

## 令和３年度環境省委託業務

### 令和３年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業

＜乾式メタン発酵施設を活用した  
ごみ処理広域化におけるエネルギー自立型中継施設の実証＞

委託業務

成果報告書

令和４年３月  
栗田工業株式会社

## 概要

### 1. 実証事業の目的

地方自治体において、一般廃棄物を対象としたごみ処理の広域化に伴う中継基地の機能強化とごみ質低下への対応として、エネルギー回収技術である排水処理を必要としないメタン発酵が期待されている。中継施設においてエネルギー自立型で残渣の発生を極力抑制するシステムを構築することで、後続の集約型ごみ処理施設の規模が縮小できる広域化処理システムが実現できれば、中継施設の脱炭素化だけでなく、システム全体での建設費や維持管理費を低減し脱炭素化が可能となり、国が推進する広域化やメタンガス化が普及していくと考える。

一般廃棄物の広域化処理における中継施設として、縦型乾式メタン発酵施設を適用することで、単なる積替施設ではなく、バイオマス系廃棄物を処理するとともに、回収したエネルギーで中継施設の使用エネルギーを賄うことで、集約型ごみ焼却処理施設への輸送量減少による温室効果ガス排出量の削減効果とごみ焼却処理規模の縮減が期待できることから、本実証事業を実施するものである。

本実証事業では、「広範囲な広域化構想の下、中継施設に排水処理を要しないメタンガス化・燃料化施設を付設することで、生ごみ等の腐敗しやすい廃棄物を自らのエネルギーで処理・縮減することにより、以降の廃棄物処理プロセスの脱炭素化・軽減化を図ること」を目指すものである。

この目的を達成するために、実用化に向けた以下の課題を解決していくことが必要である。

#### ① 中継施設としてのエネルギー自立型乾式メタン発酵システムを構築する。

回収したバイオガスは自家消費する分だけ発電し、残りは乾燥装置等の熱源として使用する。

発酵残渣を乾燥し燃料化することで、発酵残渣を廃棄物自体が持つエネルギーで処理し残渣量を縮減する。

#### ② 広域化、中継施設に関する CO<sub>2</sub> 排出量を明らかにする。

#### ③ 2050 年のカーボンニュートラルに向け、中継施設やごみ焼却施設へのごみ輸送量削減に伴う CO<sub>2</sub> 排出量等を明確にし、温室効果ガス排出量削減効果を明らかにする。

#### ④ 将来のごみ質変化に対応できる中継施設の仕様を明らかにする。

将来のごみ質低下に対応するため、破碎・選別等の前処理システムの仕様検討や、発酵残渣と高熱量廃棄物との混合による熱量調整等の検討などを実施し、対応策を明らかにする。

## 2. 今年度の成果

一日 100 トンの家庭系、事業系の一般廃棄物や産業廃棄物を縦型乾式メタン発酵施設で処理を行っているオリックス資源循環株式会社寄居バイオガスプラントを実証試験施設として、以下の項目について検討を行った。

### 2-1 メタン発酵原料、発酵残渣、残渣乾燥物などの物性調査による性状の把握

対象とするサンプルの採取方法に依存するが、概ね、実証事業の設計値と一致した。

### 2-2 実証試験施設の運転データによる CO<sub>2</sub>削減量の評価

概ね、設計計画値内の値であり、回収したメタンガスによる発電量は、施設稼働に要する電力量を上回り、外部からの電力供給によらず施設の運転が可能であることが確認できた。また CO<sub>2</sub> 排出量の削減が可能である事が確認された。

### 2-3 一般廃棄物処理におけるプラスチック類処理の実態調査

5 自治体にアンケートを実施した。可能な範囲でプラスチック類のリサイクルに取り組んでいる。一方、リサイクル困難なプラスチック類が存在し、リサイクル率向上の阻害要因になっている。令和 4 年 4 月より施行されるプラスチック資源循環促進法への対応については、今後検討を行うとの回答であった。

### 2-4 エネルギー自立型中継施設の基本設計に必要な基本条件、課題の整理と令和 4 年度検討計画への反映

基本条件については、①ごみ処理量、②中継施設数があり、地域により、CO<sub>2</sub> 排出量、ライフサイクルコスト（LCC）が変動する。従来の中継施設と大規模焼却による処理に対し、エネルギー自立と LCC 削減が成立する条件を試算し、ごみ処理の基本計画時から検討を開始する必要がある。令和 4 年度、本検討を行う。

### 2-5 実証試験施設乾燥設備の各種運転データの取得および CO<sub>2</sub>削減効果、エネルギー収支等の評価

乾燥機の動力、乾燥用蒸気生成用燃料に関し、実証試験施設で生成したバイオガスによる発電とバイオガスで賄える事、つまり外部供給によらない事が可能である事を確認した。CO<sub>2</sub>削減効果、エネルギー収支については、次年度以降も運転データを解析し、試算の精度を上げる。

### 2-6 実証試験施設で発生したメタン発酵残渣の間接および直接乾燥試験(燃料化原料として)

試験を行い、処理条件による乾燥品の出来栄や問題点を確認した。

#### 2-7 バイオマスボイラーメーカーの技術調査

3社で実施、必要な情報を収集した。

#### 2-8 発酵残渣乾燥物を燃料とした燃焼試験

熱回収率、排ガス性状を確認した。

#### 2-9 発酵残渣乾燥物のペレット化におけるメーカーの技術調査

3社で実施、必要な情報を収集した。

#### 2-10 発酵残渣ペレット化

試験を行い、ペレット化可能な条件を確認した。

#### 2-11 熱量補助剤として廃食油に関する調査

物性把握および廃食油の国内動向（発生量、種別の利用量、価格など）を確認した。

### 3. まとめ

中継施設に縦型メタン発酵設備適用した場合、実証試験施設の運転データからエネルギー自立は可能であることを確認した。ただし、処理規模により、回収可能なエネルギー量が異なるため、適用先の見極めが課題である。

また、メタン発酵残渣の乾燥物を乾燥用蒸気生成用の燃料として利用する事に関し、その発熱量により、回収したバイオガスの使用量が変動する、すなわち発電量にも影響を与える。乾燥物の発熱量はメタン発酵原料の種類、量に影響を受けることから、次年度も発熱量の把握を継続する。



## Summary

# Demonstration Project for Decarbonization and Leading Waste Treatment System in FY 2021 (Demonstration of Energy Independent Relay Facilities for Wide-Area Waste Disposal Using Dry Methane Fermentation Facilities)

## Summary

### 1. Purpose of the demonstration project

Methane fermentation, which does not require waste water treatment as an energy recovery technology, is expected by local governments to enhance the functions of relay stations and handle the deterioration of waste quality due to the expansion of waste treatment for general waste. If a wide-area treatment system that can reduce the scale of subsequent intensive waste treatment facilities can be realized by constructing a system that is energy independent and minimizes the generation of residues at relay facilities, the decarbonization of relay facilities as well as decarbonization through a reduction in construction and maintenance costs of the entire system will become possible. This will accelerate the adoption of the wide-area treatment and methane gasification promoted by the government.

Applying a vertical dry methane fermentation facility as a relay facility in the wide-area treatment of general waste is expected to reduce greenhouse gas emissions by reducing the amount of transportation to the intensive waste incineration facility and reducing the scale of waste incineration treatment. This is done by treating biomass waste instead of functioning only as a transshipment facility and by covering the energy used by the relay facility with the collected energy. This demonstration project will be implemented based on these reductions.

This demonstration project aims to decarbonize and reduce subsequent waste treatment processes by adding methane gasification and fuel facilities that do not require waste water treatment to relay facilities under the wide-area expansion plan, and treating and reducing perishable wastes such as raw waste with their own energy.

In order to achieve this, it is necessary to solve the following problems regarding practical application.

- [1] Construction of an energy independent dry methane fermentation system as a relay facility.

Collected biogas is used to generate electricity for in-house consumption and the

rest is used as a heat source for drying equipment.

The fermentation residue is dried and converted into fuel, and the fermentation residue is treated with the energy from the waste itself to reduce the amount of residue.

- [2] Clarification of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions related to wide-area expansion and relay facilities.
- [3] Clarify the CO<sub>2</sub> emissions associated with reducing the amount of waste transported to relay facilities and waste incineration facilities, and clarify the reductions in greenhouse gas emissions in order to achieve carbon neutrality by 2050.
- [4] Clarification of the specifications for relay facilities that can handle future waste quality changes.

In order to handle future deteriorations in waste quality, the specifications of pretreatment systems such as crushing and sorting as well as heat adjustment by mixing fermentation residue with high-temperature waste will be examined, and countermeasures will be clarified.

## 2. Results for the current fiscal year

The following items were examined at the Yorii Biogas Plant (ORIX Environmental Resources Management Corporation), which was used as a demonstration test facility. This plant processes 100 tons of general household and business waste and industrial waste per day using a vertical dry methane fermentation facility.

### 2-1 Understanding of properties based on methane fermentation raw material, fermentation residue, and dried residue physical property surveys

Although these surveys depend on the sampling method of the target, in general they matched the design values of the demonstration project.

### 2-2 Evaluation of CO<sub>2</sub> reductions based on operation data of the demonstration test facility

It was confirmed that the values were generally within the design plan. The amount of power generated by the recovered methane gas exceeded the amount of power required to operate the facility, and it was confirmed that the facility could be operated without an external supply of power. It was also confirmed that CO<sub>2</sub> emissions can be reduced.

### 2-3 Survey of plastics treatment in general waste treatment

A survey was sent to five municipalities. These municipalities are working to recycle plastics as much as possible. At the same time, there are some plastics that are difficult to recycle, and these are an obstacle to the improvement of the recycling rate. They responded that, going forward, they would consider how to work with the Plastic Resource Circulation Act, which will come into effect in April 2022.

### 2-4 Summary of issues and basic conditions necessary for the basic design of energy independent relay facilities and their application to the FY 2022 Study Plan

The basic conditions are (1) the amount of waste disposal and (2) the number of relay facilities, and CO<sub>2</sub> emissions and life cycle costs (LCC) will vary depending on the area. It is necessary to estimate the conditions under which energy independence and LCC reductions are established regarding the treatment by conventional relay facilities and large-scale incineration, and to begin the study from the time of the basic waste treatment plan. This study will be conducted in FY 2022.

### 2-5 Acquisition of various operation data for the industrial dryers at the demonstration test facility and evaluations of CO<sub>2</sub> reductions, energy balance, etc.

Regarding the power of dryers and fuel for generating steam for drying, it was confirmed that power generated through the generated biogas in the demonstration test facility as well as biogas can be provided. In other words, it was confirmed that operations can function without an external supply of power. In terms of the CO<sub>2</sub> reductions and energy balance, the operation data will be analyzed beginning next fiscal year to improve the accuracy of the estimates.

### 2-6 Indirect and direct drying tests of methane fermentation residue generated at the demonstration test facility (as a raw material for fuel)

Tests were conducted to confirm the performance and issues related to the dried residue according to the treatment conditions.

### 2-7 Technical survey of biomass boiler manufacturers

Conducted at three companies, with the necessary information collected.

### 2-8 Combustion test using dried fermentation residue as fuel

The heat recovery rate and properties of the exhaust gas were confirmed.

## 2-9 Technical survey of manufacturers for palletization of dried fermentation residue

Conducted at three companies, with the necessary information collected.

## 2-10 Palletization of fermentation residue

Tests were carried out to confirm the conditions under which palletization is possible.

## 2-11 Study of waste cooking oil as a heat supplement

The physical properties were understood, and domestic trends in waste cooking oil (volume generated, usage by type, price, etc.) were confirmed.

## 3. Summary

It was confirmed based on the operation data of the demonstration test facility that energy independence is possible when the vertical methane fermentation facility was applied to the relay facility. However, since the amount of recoverable energy varies depending on the treatment scale, determining where it can be applied will be an issue. In addition, the amount of recovered biogas used fluctuates—meaning the amount of power generated is also affected—depending on the heat rate of the dried methane fermentation residue used as fuel for generating steam for drying. As the heat rate of the dried residue is affected by the type and quantity of methane fermentation raw materials, the measurement of the heat rate will be continued in the next fiscal year.

～ 目次 ～

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. 実証事業の目的・目標、スケジュール                                                            | 1  |
| 1.1 本事業の目的                                                                      | 1  |
| 1.2 事業の目標                                                                       | 4  |
| 1.3 実証体制                                                                        | 4  |
| 1.4 二酸化炭素排出量削減の試算結果                                                             | 7  |
| 1.5 事業スケジュール                                                                    | 10 |
| 1.6 事業後の普及見込み                                                                   | 12 |
| 2. 令和3年度実証事業の実施事項および結果                                                          | 14 |
| 2.1 令和3年度の実証事業の実施事項                                                             | 14 |
| 2.2 実施結果                                                                        | 18 |
| 2.2.1 原料ごみ、選別ごみ、選別残渣、発酵残渣、発酵残渣・<br>(夾雑物除去、脱水後)、発酵残渣乾燥物、廃食油の性状把握<br>必要な性状分析結果、考察 | 23 |
| 2.2.2 実証試験施設のCO <sub>2</sub> 削減量とエネルギー収支データの取得、<br>評価結果と考察                      | 23 |
| 2.2.3 一般廃棄物処理におけるプラスチック類処理実態の調査                                                 | 25 |
| 2.2.4 エネルギー自立型中継施設の基本設計に必要な基本条件、<br>課題の整理と令和4年度検討計画への反映                         | 31 |
| 2.2.5 発酵残渣乾燥方式の検討(直接、間接)                                                        | 32 |
| 2.2.6 バイオマスボイラーメーカーの技術調査、技術情報の収集結果                                              | 51 |
| 2.2.7 発酵残渣乾燥物燃焼試験結果                                                             | 55 |
| 2.2.8 乾燥物のバイオマスボイラー燃料への適用に関する<br>ペレット化技術の調査結果                                   | 63 |
| 2.2.9 発酵残渣乾燥物を供試原料としたペレット化の試験結果                                                 | 67 |
| 2.2.10 熱量補助剤としての廃食油の適用における廃食油性状の基礎データ<br>の収集及び市場流通状況等についての調査結果                  | 70 |
| 3. 令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業<br>審査等委員会での報告結果                                   | 73 |
| 4. 令和3年度廃棄物処理システムにおける脱炭素・省CO <sub>2</sub> 対策普及<br>促進方策検討委託業務ヒアリング等への協力          | 73 |
| 5. 令和3年度のまとめ                                                                    | 74 |
| 6. 課題                                                                           | 74 |
| 7. 参考資料                                                                         | 75 |
| 7.1 第1回検討会資料および議事録                                                              | 76 |
| 7.2 第2回検討会資料および議事録                                                              | 92 |

## 1. 実証事業の目的、目標、スケジュール

### 1.1 本事業の目的

我が国は、循環型社会や地域循環共生圏の実現に向け廃棄物の有効利用を推進している。プラスチック資源循環促進法の成立によりプラスチックごみの循環利用が促進され、一般家庭から排出される燃やせるごみ中のプラスチックの含有量が減少しごみ質が低下していくことが予想される。

これまでの廃棄物処理では、燃やせるごみ中の水分の高い厨芥類に関してはメタンガス化し、その他廃棄物を焼却・熱回収する「メタンガス化＋焼却」のコンバインドシステムがエネルギー回収型廃棄物処理施設として2分の1の交付金の対象となっている。しかしながら、現状では「メタンガス化＋焼却」のコンバインドシステムは、普及しているとはいえない。この普及の妨げとなっているのが、排水処理等の付帯設備に起因する建設費や維持管理費の高騰であると考えられている。

また、少子高齢化に伴う人口減少によって税収が減少することから、平成31年(2019年)3月に「持続可能な適正処理に向けたごみ処理の広域化及びごみ処理施設の集約化について(通知)」が発出された。今後の廃棄物処理は、広域化範囲の拡大に伴う中継施設の機能強化が求められることが予想される。

これらごみ処理の広域化に伴う中継基地の機能強化とごみ質低下への対応として、エネルギー回収技術である排水処理を必要としないメタン発酵が期待されている。中継施設においてエネルギー自立型で残渣の発生を極力抑制するシステムを構築することで、後続の集約型ごみ処理施設の規模が縮小できる広域化処理システムが実現できれば、中継施設の脱炭素化だけでなく、システム全体での建設費や維持管理費を低減し脱炭素化が可能となり、国が推進する広域化やメタンガス化が普及していくと考える(図1.1参照)。

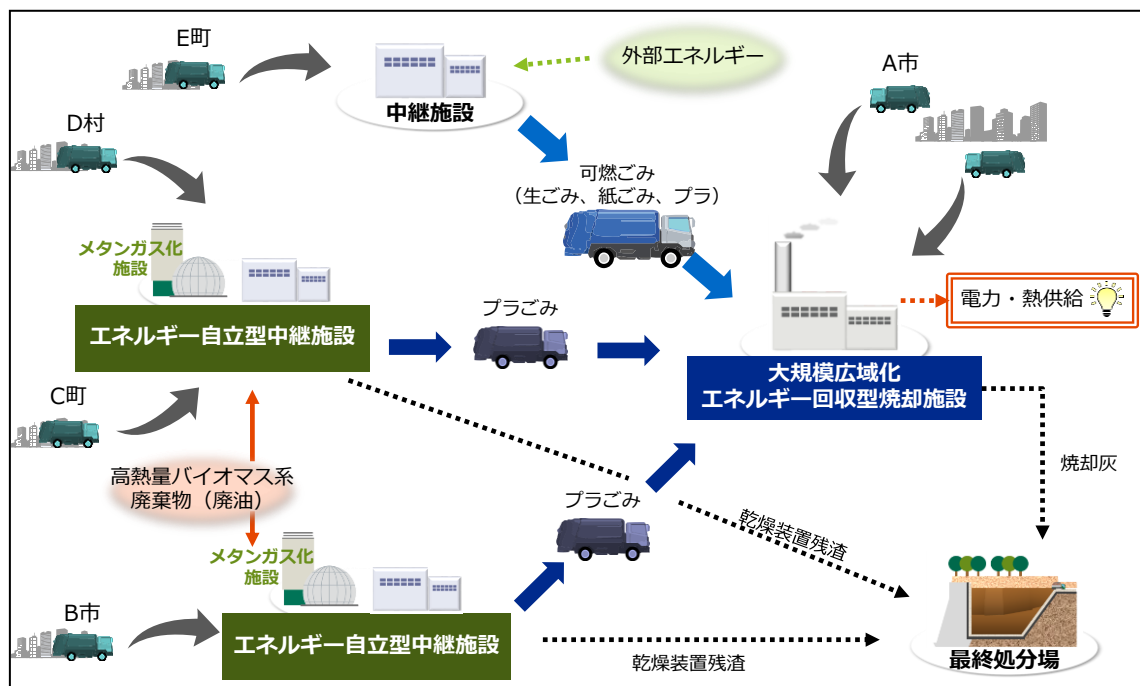


図 1.1 「大規模広域化+機能強化型中継施設」による処理イメージ

当社は、一般廃棄物からバイオガスを回収する技術として「縦型乾式メタン発酵」を所有している。当該技術は、平成 29 年（2017 年）5 月に公益社団法人全国都市清掃会議にて技術検証・確認が終了し、廃棄物の処理及び清掃に関する法律などの国内の要求事項に適合可能と判断された。

この乾式メタン発酵技術は、次の大きな特徴を有している。

- ・燃やせるごみの分別方法や収集形態を変えることなく、燃やせるごみからエネルギー回収が可能
- ・メタン発酵後の発酵残渣の脱水が不要で、脱離液の排水処理施設が不要

一般廃棄物の広域化処理における中継施設として、縦型乾式メタン発酵施設を適用することで、単なる積替施設ではなく、バイオマス系廃棄物を処理するとともに、回収したエネルギーで中継施設の使用エネルギーを賄うことで、集約型ごみ焼却処理施設への輸送量減少による温室効果ガス排出量の削減効果とごみ焼却処理規模の縮減が期待できることから、本実証事業に応募するものである。本実証事業では、「広範囲な広域化構想の下、中継施設に排水処理を要しないメタンガス化・燃料化施設を付設することで、生ごみ等の腐敗しやすい廃棄物を自らのエネルギーで処理・縮減することにより、以降の廃棄物処理プロセスの脱炭素化・軽減化を図ること」を目指すものである。

この目的を達成するために、実用化に向けた以下の課題を解決していく（図 1.2 参照）。

- ・中継施設としてのエネルギー自立型乾式メタン発酵システムを構築する  
回収したバイオガスは自家消費する分だけ発電し、残りは乾燥装置等の熱源として使用する。  
発酵残渣を乾燥し燃料化することで、発酵残渣を廃棄物自体が持つエネルギーで処理し残渣量を縮減する。
- ・広域化、中継施設に関する CO<sub>2</sub> 排出量を明らかにする  
2050 年のカーボンニュートラルに向け、中継施設やごみ焼却施設へのごみ輸送量削減に伴う CO<sub>2</sub> 排出量等を明確にし、温室効果ガス排出量削減効果を明らかにする。
- ・将来のごみ質変化に対応できる中継施設の仕様を明らかにする  
将来のごみ質低下に対応するため、破碎・選別等の前処理システムの仕様検討や、発酵残渣の高熱量廃棄物との混合による熱量調整等の検討などを実施し、対応策を明らかにする。

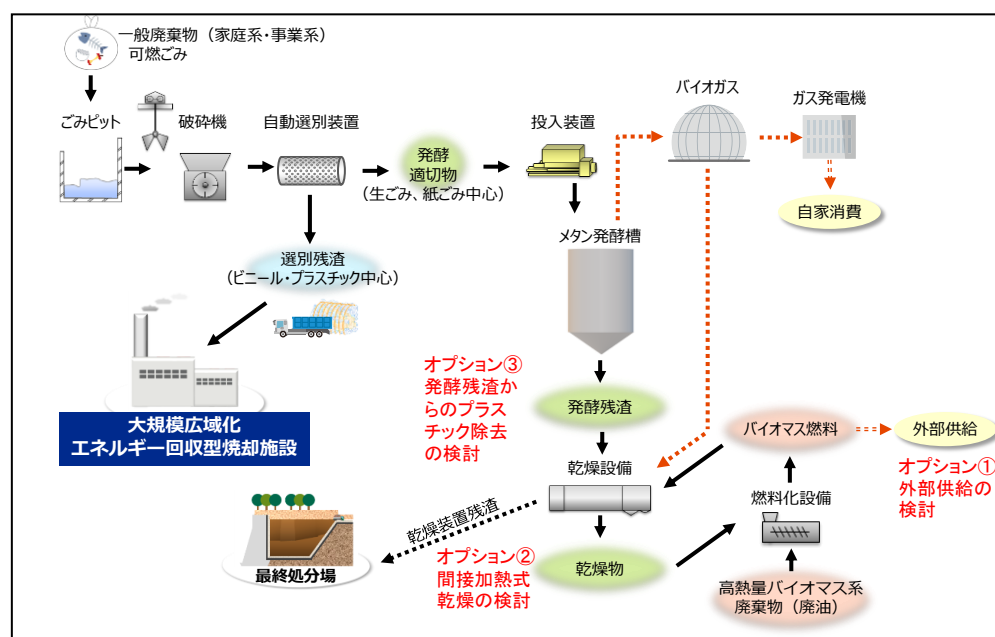


図 1.2 本実証事業の概要

本システムの適用により、地域の状況に応じて連携した、より広範囲な地域において、資源循環、エネルギー利用を活用しつつ、廃棄物処理の効率化、地域の脱炭素化、エネルギー費用の内部循環（外部流出抑制）に資することが可能となる。

尚、本システムは、一般廃棄物の中間処理の広域化システムであるので、ユーザーとして自治体、PPP・PFI 事業者を想定している。



## 1.2 事業の目標

### 1.2.1 本事業の最終目標

- (1) 外部からの供給エネルギーをゼロとするシステムの構築  
エネルギー自立型の中継施設として、以下の項目を明確にする。
  - ① 縦型乾式メタン発酵施設の機器仕様
  - ② 当該施設に於けるエネルギーバランス
  - ③ 廃棄物輸送を5分の2に削減
- (2) 全体システム（集約型ごみ焼却施設と中継施設）での評価
  - ① CO<sub>2</sub>排出量を7%削減
  - ② ライフサイクルコスト2%削減

### 1.2.2 令和3年度の目標

- (1) 全体計画の作成
- (2) 実証試験施設の運転による各種データの取得  
原料性状・発酵残渣性状・発酵残渣乾燥物の性状を明確にする。
- (3) 実証試験施設のCO<sub>2</sub>排出量の算出並びにエネルギーバランスの明確化
- (4) メーカー調査や比較等

## 1.3 実証体制

- (1) 実証場所（実証試験施設）
  - ① オリックス資源循環株式会社（埼玉県上里郡寄居町、実証試験施設）  
縦型乾式メタン発酵施設の各種運転データの取得、発酵残渣の供給元
  - ② 栗田工業株式会社 本社（東京都中野区）  
試験結果の評価、報告書の作成
  - ③ 栗田工業株式会社 エンジニアリングセンター（東京都三鷹市）  
中継基地の仕様検討、報告書作成補助
  - ④ 栗田工業株式会社 クリタ開発センター（栃木県下都賀郡野木町）  
各種分析
  - ⑤ 各メーカー  
発酵残渣乾燥試験、発酵残渣乾燥物の燃焼試験・排ガス測定  
実証試験施設のフロー図を図1.3に示した。

施設では一日100トンの家庭系、事業系の一般廃棄物および産業廃棄物を受入れ、前処理設備でメタン発酵に適するもの、適さないものを選別し、適するものをメタン発酵槽に投入、バイオガスが発生します。バイオガスは発電機で発電し電気を作ります。メタン発酵槽から引き抜いた汚泥（発酵残渣）は脱水処理後、乾燥機で乾燥処理されます。

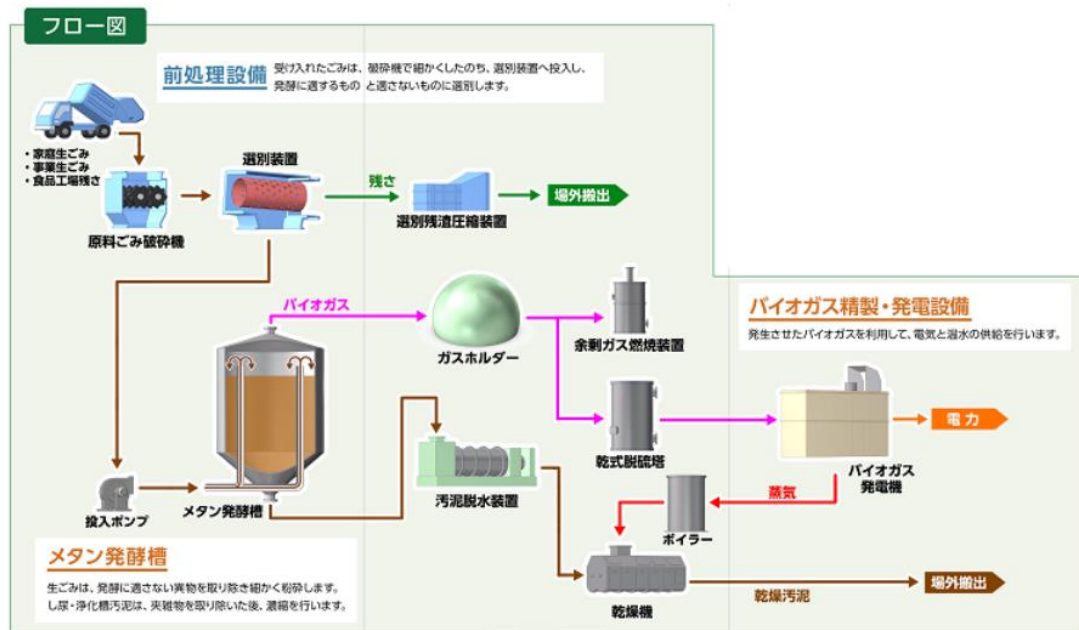


図1.3 実証試験施設フロー図  
 ＊オリックス株式会社ホームページより

(2) 実証項目と業務担当

|                           | 栗田工業※ |    | 外注 |
|---------------------------|-------|----|----|
|                           | 技術    | 設計 |    |
| 1) 全体計画の作成 (実証事業)         | ◎     | ○  | －  |
| 2) 実証試験協力先の探索 (準備)        | ○     | ◎  | －  |
| 3) 実証試験施設の運転              | ◎     | ○  | －  |
| 4) 各種性状分析                 | ○     | －  | ◎  |
| 5) 発酵残渣乾燥物燃焼試験            | ○     | ○  | ◎  |
| 6) CO <sub>2</sub> 排出量の算出 | ◎     | ○  | －  |
| 7) 中継施設の基本設計              | ○     | ◎  | －  |
| 8) 試験結果まとめ                | ◎     | ○  | －  |

◎：主担当、○：副担当もしくは評価担当

※ 技術：再エネビジネス推進チーム、設計：設計5部設計1課を指す

なお、本実証事業実施において、有用な成果を得るべく外部有識者による検討会を立ち上げた。検討会委員の名簿、所属を以下に示す。

検討会委員名簿

| 氏 名       | 所属・役職                              |
|-----------|------------------------------------|
| 大門 裕之（座長） | 豊橋技術科学大学<br>学生支援センター 教授            |
| 中山 宏昭     | 埼玉県環境部資源循環推進課<br>企画調整・一般廃棄物担当主幹    |
| 伊藤 恵治     | 一般財団法人日本環境衛生センター資源循環低炭素<br>化部技術審議役 |
| 秦 三和子     | 株式会社エックス都市研究所<br>戦略的バイオマスチームリーダー   |
| 亀岡 真人     | オリックス資源循環株式会社<br>事業推進部長            |

#### 1.4 二酸化炭素排出量削減の試算結果

図 1.4 に示す 2 ケースについて、二酸化炭素排出量削減の比較を行った。試算の結果、本実証事業であるケース（２）が従来のケース（１）に比べ、二酸化炭素排出量が 2,205t/年、削減できる見通しを得た。本事業では、この試算結果の精度を高めるため、実証試験施設の運転データ、各種試験による検討を行う。

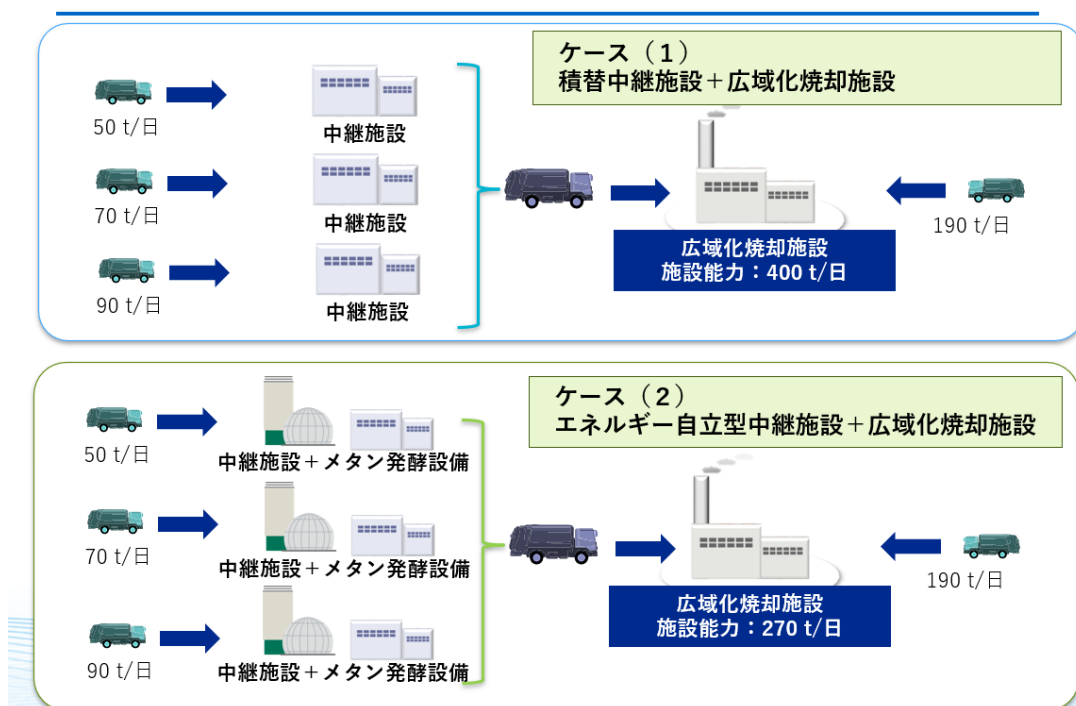


図 1.4 二酸化炭素排出量削減ケース比較

以下、試算結果の一部を示す。

1. 今回検討(FS)条件

|                           |          |                    |               |
|---------------------------|----------|--------------------|---------------|
| 1) 各施設計画処理規模<br>(当社仮条件設定) | 中継施設(1)  | 50t/D × 280日/年稼働＝  | 14,000.0 t/年  |
|                           | 中継施設(2)  | 70t/D × 280日/年稼働＝  | 19,600.0 t/年  |
|                           | 中継施設(3)  | 90t/D × 280日/年稼働＝  | 25,200.0 t/年  |
|                           | 広域焼却施設   | 190t/D × 280日/年稼働＝ | 53,200.0 t/年  |
|                           | ※広域区域(計) | 400t/D             | 112,000.0 t/年 |

|                |         |         |                            |
|----------------|---------|---------|----------------------------|
| 2) ごみの組成(湿ベース) | 紙ごみ     | 31.0 %  | ※1)                        |
|                | プラスチック  | 10.0 %  | ※1)                        |
|                | 生ごみ(厨芥) | 40.0 %  | ※1)                        |
|                | その他     | 19.0 %  | ※(布類、木・竹・わら類、不燃物、その他)とします。 |
|                |         | 100.0 % |                            |

※1)「令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業」への応募について(留意事項)2.(9)項による

3) ごみ質(三成分)について ※2)

|             |         |       |
|-------------|---------|-------|
| ・単位体積重量     | (kg/m3) | 159.3 |
| ・三成分(%)     | 水分      | 45.20 |
|             | 灰分      | 12.93 |
|             | 可燃分     | 41.90 |
| ・低位発熱量(実測値) | (kJ/kg) | 7,334 |

※2) 環境省<廃棄物処理技術情報(一般廃棄物処理実態調査結果)>  
平成29年度～令和元年度調査結果  
【施設別整備状況】焼却施設(溶融施設含む)

4) メタン発酵設備 前処理設備(破砕+選別)での選別率

|             | 選別率・・・①   | 搬入ごみ組成比率・・・② |
|-------------|-----------|--------------|
|             | 湿重量ベース(%) | 湿重量ベース(%)    |
| (イ):紙ごみ     | 75.0      | 31.0         |
| (ロ):プラスチック  | 10.0      | 10.0         |
| (ニ):生ごみ(厨芥) | 95.0      | 40.0         |
| (ホ):その他     | 19.5      | 19.0         |
| ※可燃ごみ全体として  | 66.0      | 100.0        |

| 中継施設(1)計画処理規模 |       |
|---------------|-------|
| 40.0 t/D・・・③  |       |
| 選別ごみ          | 選別残渣  |
| 9.30          | 3.10  |
| 0.40          | 3.60  |
| 15.20         | 0.80  |
| 1.48          | 6.12  |
| 26.40         | 13.60 |
| ④             | ⑤     |

※メタン発酵設備稼働  
350 日/年として  
14,000.0 t/年÷350日/年

※④=③×(②/100)×(①/100)  
※⑤=③×(1-②/100)×(①/100)

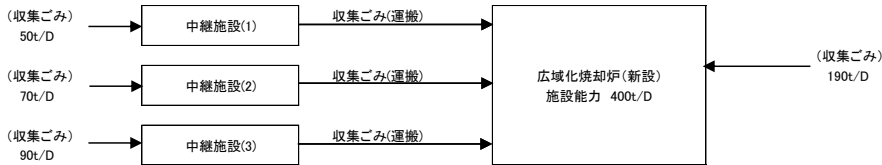
メタン発酵槽投入 広域焼却施設へ

詳細は添付参考資料 【資料-4】(中継施設+乾式メタン発酵設備併設)検討結果まとめ  
【資料-5】一般可燃ごみ(乾式メタン発酵設備)検討基本条件 を参照ください。

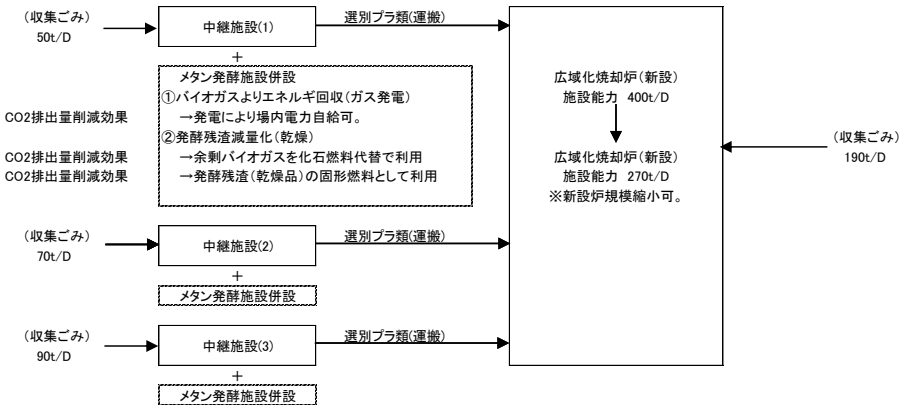
2. CO<sub>2</sub>排出量計算結果(まとめ)

- 1) 今回検討方式 以下の2方式で検討した結果をまとめています。  
焼却施設(個別単独設置)方式と、今回検討のケース(1)中継施設(単独方式)の比較・検討、評価は関係行政、有識者間で実施済みとし今回の応募実証項目から除外とさせていただきます。

ケース(1)・・・中継施設(単独)



ケース(2)・・・中継施設(機能強化ーメタン発酵設備併設)



2) CO<sub>2</sub>排出量算出条件 以下の計算方式で算出しています。

<輸送によるCO<sub>2</sub>排出量>

| 【運搬(2)】                       |                            | 中継施設(1)→広域焼却施設へ |                                        |
|-------------------------------|----------------------------|-----------------|----------------------------------------|
| ① 運搬量                         | 14,000.0 t/日(収集ごみ積み替え)     |                 | =計画処理 50t/日×280日年                      |
| ② 運搬距離(平均)                    | 20.0 km/回/台                |                 |                                        |
| ③ 運搬車輛(コンテナ車)                 | 7.0 t/台                    |                 |                                        |
| ④ 運搬車輛走行回数                    | 2,000.0 回/年                |                 | ④=①÷③                                  |
| ⑤ 走行距離                        | 40,000.0 km/年              |                 | ⑤=④×②                                  |
| ⑥ 走行燃費(軽油)                    | 5.0 km/L(中型車)              |                 |                                        |
| ⑦ 燃料消費量(軽油)                   | 8,000.0 L/年                |                 | ⑦=⑤÷⑥                                  |
| ⑧ CO <sub>2</sub> 排出係数(軽油)※3) | 2.58 kg-CO <sub>2</sub> /L |                 | ※3)<環境省>地球温暖化対策事業効果算定ガイドブック C輸送機器 より引用 |
| ⑨ CO <sub>2</sub> 排出量         | 20.6 t-CO <sub>2</sub> /年  |                 | ⑨=⑦×⑧÷1000                             |

<焼却によるCO2排出量>

プラ焼却に伴うCO2排出量

広域焼却施設…広域焼却施設に搬入される一般可燃ごみ中のプラスチック及び中継施設より搬入されるプラスチックを対象とします。

中継施設 …発酵残渣を乾燥後固形燃料として利用メタン発酵残渣中に残留するプラスチックを対象とします。

プラ焼却に伴うCO2排出係数

2.77 t-CO2/t ※4)

※4)「令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業」への応募について(留意事項)2.(9)項による

<外部電力消費に伴うCO2排出量>

電力係数

0.470 t-CO2/MWh ※5)

※5)「令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業」への応募について(留意事項)2.(9)項による

### 3) CO<sub>2</sub>削減検討結果(まとめ)

詳細は添付参考資料 【資料-1】二酸化炭素排出量 検討結果(まとめ)

【資料-3】輸送によるCO2排出量 試算 を参照ください。

ケース(1)…中継施設(単独)

ケース(2)…中継施設(メタン発酵施設併設)

| 比較検討項目 |            |                         | ケース(1)・・・A | ケース(2)・・・B | (=B-A)   |          |
|--------|------------|-------------------------|------------|------------|----------|----------|
| ①      | 輸送に伴う排出量   |                         | t-CO2/年    | 424.3      | 347.8    | -76.6    |
| ②      | プラ類焼却      |                         |            |            |          |          |
|        | 【中継施設】より搬入 |                         | t-CO2/年    | 16,287.6   | 16,287.6 |          |
|        | 【広域焼却施設】   |                         | t-CO2/年    | 14,736.4   | 14,736.4 |          |
|        | (小計)       |                         | t-CO2/年    | 31,024.0   | 31,024.0 | 0.0      |
| ③      | 電力消費による排出量 |                         |            |            |          |          |
|        | 【中継施設】     | 1)ケース(2)・・・回収バイオガスによる発電 | t-CO2/年    | 283.0      | 0.0      | -283.0   |
|        |            | ※中継施設分場内所要電力は自立可能。      |            |            |          |          |
|        |            | 2)余剰バイオガスは熱エネルギーとして利用   | t-CO2/年    |            | -2,431.8 | -2,431.8 |
|        |            | ※発酵残渣乾燥用の化石燃料代替         |            |            |          |          |
|        | 【広域焼却施設施設】 | 1)所内消費電力                | t-CO2/年    | 0.0        | 0.0      | 0.0      |
|        |            | ※焼却排熱回収による発電により自立可能     |            |            |          |          |
|        |            | 2)余剰電力は場外売電とする。         | t-CO2/年    | -2,607.2   | -2,021.2 | 586.0    |
|        | (小計)       |                         | t-CO2/年    | -2,324.2   | -4,453.0 | -2,128.8 |
|        | (計)        |                         | t-CO2/年    | 29,124.2   | 26,918.8 | -2,205.4 |
|        |            |                         |            |            | 処理ごみt当たり | 0.0      |

今回計画(検討)処理量

112,000.0 t/年 ←

400.0 t/日 ×

280.0 日/年

### 3. 将来展開に伴いCO<sub>2</sub>削減見込み

本実証クラスの規模1件

2,205.4 t-CO2/年

→

1件当たり平均

2,200.0 t-CO2/年

大規模広域化移行予測件数

2 件/年

(内 中継施設機能強化 採用)

1 件/年

#### ① 2030年度 大規模広域化件数

2 件(累計)

(内 中継施設機能強化 採用)

1 件(累計)

※CO<sub>2</sub>排出量削減効果見込み

2,200.0 t-CO2/(累計)

#### ② 2050年 広域化

2026~2050年度累計

40 件(累計)

※CO<sub>2</sub>排出量削減効果見込み

20 件(累計)  
44,000.0 t-CO2/(累計)

### 4. 削減コスト

(本実証範囲) (全体事業)

|            |         |            |             |            |
|------------|---------|------------|-------------|------------|
| CO2削減量     | t-CO2/年 | 輸送に伴う削減量   | 76.6        | 76.6       |
|            |         | 焼却に伴う削減量   | 0.0         | 0.0        |
|            |         | 電力消費に伴う削減量 | 2,714.8     | 2,128.8    |
|            |         | (計)        | 2,791.4     | 2,205.4    |
| 建設費予測      | 千円      |            | 15,376,000  | 43,456,000 |
| (削減コスト)    | 千円      |            | -11,306,000 | 2,214,000  |
| 維持費予測      | 千円/年間   |            | 951,024     | 2,497,264  |
| (削減コスト)    | 千円/年間   |            | -713,004    | -22,444    |
| 耐用年数       | 年       |            | 30          | 30         |
| 総事業費(2030) | 千円/5年間  |            | 16,327,024  | 45,953,264 |
| 2030年      | 年       |            | 1           | 1          |
| 総事業費(2050) | 千円/25年間 |            | 35,347,504  | 95,898,544 |
| 2050年      | 年       |            | 21          | 21         |

今回計画(検討)処理量

112,000.0 t/年 ←

400.0 t/日 ×

280.0 日/年

#### 1) CO<sub>2</sub> 1t当たり削減に必要なコスト

|     |          |     |       |
|-----|----------|-----|-------|
| 建設費 | 千円/t-CO2 | 184 | 657   |
| 維持費 | 千円/t-CO2 | 341 | 1,132 |

### 5. 費用対効果

#### ① 2030年度費用対効果

2,200.0 t-CO2/(累計) ÷

0.00013 0.00005 t-CO2/千円

#### ② 2050年度費用対効果

46,200.0 t-CO2/(累計) ÷

0.00131 0.00048 t-CO2/千円

※2050年度の場合は21年間運転とした。

## 1.5 事業スケジュール

以下、実証事業のスケジュール、工程表を示す。令和3年度、4年度、の2か年で行う。

### (1) 実証事業期間中

|       |        |                                    |
|-------|--------|------------------------------------|
| 令和3年度 | 1月     | 全体計画の作成                            |
|       | 1月     | 実証試験準備（実証試験協力先の探索）                 |
|       | 1月～3月  | 実証試験施設（オリックス資源循環様施設）運転             |
|       | 1月～3月  | 各種性状分析（原料、発酵残渣、発酵残渣乾燥物（燃料））        |
|       | 1月～3月  | 発酵残渣乾燥物の燃焼性確認                      |
|       | 3月     | 中間報告書提出                            |
| 令和4年度 | 4月～9月  | 実証試験施設（オリックス資源循環様施設）運転             |
|       | 4月～9月  | 各種性状分析（原料、発酵残渣、発酵残渣乾燥物（燃料））        |
|       | 4月～6月  | 発酵残渣乾燥物の燃焼性確認（発酵残渣乾燥物の形状検討含む）      |
|       | 10月～2月 | 広域化、中間施設に関するCO <sub>2</sub> 排出量の算出 |
|       | 10月～3月 | 中継施設の基本設計                          |
|       | 3月     | 最終報告書提出                            |

### (2) 実証事業終了後

|       |        |                                   |
|-------|--------|-----------------------------------|
| 令和5年度 | 6月～12月 | 具体的な自治体を対象とした、中継施設のFSを実施          |
|       | 4月～6月  | 本実証試験結果を基にして、各種説明参考資料を作成          |
|       | 7月～3月  | 各自治体、各メーカー、コンサルタント向けに実証事業結果等の広報活動 |
| 令和6年度 | 4月～3月  | 大規模広域化検討の自治体を対象に、提案活動実施           |

### (3) 工程表

|                     | 令和3年度（2021年度） |       |       |       | 令和4年度（2022年度） |       |       |       |
|---------------------|---------------|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|
|                     | 第1四半期         | 第2四半期 | 第3四半期 | 第4四半期 | 第1四半期         | 第2四半期 | 第3四半期 | 第4四半期 |
| 1. 全体計画の作成          |               |       |       | ←→    |               |       |       |       |
| 2. 実証試験協力先の探索（準備）   |               |       |       | ←→    |               |       |       |       |
| 3. 実証試験施設の運転        |               |       |       | ←     |               | →     |       |       |
| 4. 各種性状分析（原料、残渣、燃料） |               |       |       | ←     |               | →     |       |       |
| 5. 発酵残渣乾燥物の燃焼性確認    |               |       |       | ←     |               | →     |       |       |
| 6. CO2排出量の算出        |               |       |       |       |               |       | ←     | →     |
| 7. 中継施設の基本設計        |               |       |       |       |               |       | ←     | →     |
| 8. 試験結果まとめ          |               |       |       | ←→    |               |       |       | ←→    |



## 1.6 事業後の普及見込み

本事業は一般廃棄物（家庭系事業系）のいわゆる燃やせるごみを対象に実証するものであるが、前処理システム等の効果を把握することで、将来のごみ質が変化する一般廃棄物も対象とすることができる。

一般廃棄物を対象とした場合、エネルギー回収を図りつつ処分費を要する残さを極力減容化することを目的に、メタンガス化と排水処理を用いた乾燥・減容化については、当社の関与において既に事業化している。また、固形燃料化についても、燃料化の際に添加する高熱量バイオマス系廃棄物の収集可能性検討を行った上で、当社関与にて事業化する計画が進んでいる。

本事業で使用する技術は、排水処理を要しないことを要件にしており、この場合の最適な乾燥・固形燃料化・減容化技術の組合せを実証することで、排水処理施設を持たない施設においても同様の要求に答えることが可能となる。

そして、排水処理を持たない施設における事業化については、中継施設設置を検討している自治体を対象として、FSを実施する中で、残された事業化への課題を解決して、その後事業化検討へ進む予定となっている。

また、本提案事業は、広範囲な広域化の想定の下、中継施設に排水処理を要しないメタンガス化・燃料化施設を付設することで、生ごみ等の腐敗しやすい廃棄物を自らのエネルギーで処理・縮減することにより、以降の広域化した廃棄物処理プロセスの脱炭素化・軽減化を図ることを目的とするものであり、本実証後、全国の自治体の広域化計画における中継施設全般に本技術を適用することを目指すものである。

今後の広範囲なごみ処理広域化の必要性のもと、広域化の課題及びメタンガス化利用の課題を解決する本事業提案は自治体の要望に応えられるものであり、全国的な普及促進が期待できる。

そのため、以下のスケジュールで、広域化計画におけるエネルギー自立型中継施設導入の有利さが期待できる、中継施設の規模 50 t/日以上を検討している自治体を対象として、全国的な普及促進を行っていく予定である。

### 1.6.1 実証事業で残された事業化への課題の解決（令和 5 年度（2023 年度）実施予定）

中継施設を実際に構想している地区において本格 FS 等検討を実施して、事業化への課題解決を行う。

- （１）既設焼却炉をエネルギー自立型中継施設に改良する方法の検討（炉メーカー、中継施設メーカーと協力）
- （２）交付金要件、PFI・PPP 可能性など、財政・事業スキームの検討。
- （３）高熱量バイオマス系廃棄物を安定的に確保できるか検討。（自治体、産業廃棄物処理事業者と協力）
- （４）ごみ質等が変化した際の、大規模焼却施設への最適な輸送方法等の検討。（輸送機器

メーカーと協力)

(5) 一般廃棄物の搬入原料の中長期的変動(ビニール・プラスチック分別収集別処理等)に対する影響の予測

#### **1.6.2 実証事業の実績報告書等の公表から広報活動(令和5年度(2023年度)実施予定)**

(1) 各都道府県の一般廃棄物処理担当部署、大規模広域化計画・検討中の自治体へ実施  
(2) 委託業務を受け持つコンサルタント、焼却炉メーカー、中継施設メーカー等へ実施  
(3) 通常広域化と大規模広域化と大規模広域化エネルギー自立型中継施設の比較資料の作成し活用して実施

(4) 既設焼却炉からのエネルギー自立型中継施設への改造方法、交付金対象内容等を整理して実施

(5) エネルギー自立型中継施設の付加価値を整理して(災害時電気供給、廃油リサイクル利用可能等) 広報

#### **1.6.3 大規模広域化エネルギー自立型中継施設検討を行う自治体への提案活動**

(令和5年度(2023年度)以降)

(1) 広報活動を行った自治体のうち関心のある自治体に対して具体的な提案を実施。  
(2) 活動を行った自治体に関係する焼却炉メーカー、中継施設メーカー、その他と共同提案を実施。

(3) 既設中継施設が老朽化していて更新する計画の自治体への提案。

(4) 大規模広域化エネルギー自立型中継施設以外への水平展開の実施。

- ・ 中小規模広域化でも、エネルギー自立型中継施設化が有効であるケース
- ・ 既にプラスチック類を別収集していて焼却施設で処理していないケース
- ・ 焼却施設への抵抗感から処理施設建設の地元同意取得に苦慮しているケース

#### **1.5.4 普及見込み(令和12年度(2030年度)見込み)**

エネルギー自立型中継施設を広報、提案を行っていくと、大規模広域化の課題が解決されることから、大規模広域化が広がり、全国で令和12年度(2030年度)には、毎年2件ほど一般廃棄物中間処理施設「大規模広域化+中継施設」型があると予測される。中継施設の規模が小さいなどエネルギー自立型が合致しないケースもあるので、そのうち少なくとも1件は「大規模広域化+エネルギー自立型中継施設」型となっている。つまり毎年1件程度「エネルギー自立型中継施設」が普及していると見込む。

## 2. 令和3年度実証事業の内容および結果

### 2.1 令和3年度の実証事業の詳細な実施事項

令和3年度の実証事業の詳細な実施事項を以下に示す。

#### (1) 全体計画の作成

本業務を遂行するための、具体的かつ効果的な、全体計画を検討・立案・作成する。

##### ① 本実証事業の全体計画の作成

全体計画の立案

実証事業の全体計画を詳細に検討して立案する。

#### (2) メタン発酵原料、発酵残渣、発酵残渣乾燥物の性状把握

本業務を遂行するため、必要なメタン発酵原料（一般可燃ごみ）、縦型乾式メタン発酵残渣、燃料化原料（発酵残渣乾燥物）の性状把握をすること。各種サンプルの採取は、実証試験施設から行う。

##### ① メタン発酵原料の分析

ア. メタン発酵原料（一般可燃ごみ）の選別、分析

分析項目：三成分(※1)、ごみ組成(※2)、発熱量、単位容積重量等

イ. 前処理（選別ごみ）分析

分析項目：三成分、バイオマス成分回収量等

ウ. 前処理（選別残渣）分析

分析項目：三成分、ごみ組成、発熱量、単位容積重量等

※1：三成分（含水率、強熱減量、灰分）、

※2：ごみ組成については、容器包装プラスチックや製品プラスチックの種類についても確認する。

##### ② 乾式メタン発酵残渣分析

ア. 発酵残渣・・・発酵槽引抜残渣

分析項目：含水率、強熱減量、灰分、無機塩類濃度、発熱量、夾雑物（ビニール、プラ類他）混入量等

イ. 発酵残渣・・・発酵槽引抜後に夾雑物除去、脱水処理をした残渣

分析項目：含水率、強熱減量、灰分、無機塩類濃度、発熱量、夾雑物（ビニール、プラ類他）混入量等

ウ. 発酵残渣・・・発酵槽引抜後に乾燥処理した残渣

分析項目：含水率、強熱減量、灰分、無機塩類濃度、発熱量、夾雑物（ビニール、プラ類他）混入量等

ル、プラ類他)混入量等

エ. 発酵残渣・・・ウの乾燥処理をした残渣をフルイ処理で夾雑物除去した残渣

分析項目：含水率、強熱減量、灰分、無機塩類濃度、発熱量、夾雑物（ビニール、プラ類）混入量等

### (3) CO<sub>2</sub>排出量、エネルギーバランス、全体システム基本検討の実施

中継施設での CO<sub>2</sub> 排出量とエネルギーバランスの明確化が必要となるため、実証試験施設における、CO<sub>2</sub>削減量とエネルギーバランスを確認し、評価する。また、全体システム設計や中継施設基本設計を行う必要があるため、今後の一般廃棄物処理の動向（プラスチック分別収集・別途処理等）に関し、プラスチック資源循環促進法の内容を正確に把握した上で、全体システムの基本検討を行う。

#### ① 実証試験施設の CO<sub>2</sub>削減量とエネルギーバランスを明確にする。

ア. 実証試験施設の CO<sub>2</sub> 排出量とエネルギーバランスの算出・評価

#### ② 全体システムの基本検討

ア. 一般廃棄物処理におけるプラスチック類処理実態の調査

プラスチック類について自治体における分別、非分別の割合、分別の場合その種類と処理方法、リサイクルを行っている場合、その方法、委託処理費用、リサイクル品種や販売価格と課題についてヒアリング（電話またはオンライン）による実態調査（5自治体）を実施する。

### (4) 発酵残渣乾燥方式等の検討

実証試験施設のメタン発酵槽から排出された発酵残渣を燃料化するため、乾燥設備の各種方式（熱風による直接乾燥及び蒸気による間接乾燥）の検討を行う。

#### ① 熱風による直接乾燥方式

ア. 発酵残渣を供試原料とし、乾燥試験を実施する。

試験の実施は株式会社大和三光製作所へ再委託する。

イ. 乾燥設備でのエネルギー収支及び熱収支バランスを確認する。

ウ. アの乾燥試験で得られた発酵残渣乾燥物の性状分析を実施する。

分析項目：含水率、強熱減量、灰分、無機塩類濃度、発熱量、夾雑物混入量等

#### ② 蒸気による（間接乾燥）方式

ア. 発酵残渣を供試原料とし、実証試験施設の乾燥設備（蒸気による間接乾燥方式）

処理の運転データの調査・評価を行う。

イ．乾燥設備でのエネルギー収支及び熱収支バランスを確認する。

ウ．発酵残渣乾燥物について検討に必要な分析を実施する。

分析項目：含水率、強熱減量、灰分、無機塩類濃度、発熱量、夾雑物  
混入量等

エ．乾燥排ガス（乾燥排ガス中には、蒸発水分含む）の処理方法について  
比較検討する。

#### （５）メタン発酵残渣燃料化の検討

実証試験施設の乾燥設備から排出された発酵残渣乾燥物について、固形燃料として  
利用の検討を行う。

バイオマスボイラー燃料として利用するため、発酵残渣乾燥物の性状データ（発熱量  
等）の把握及び発酵残渣乾燥物のペレット化条件の確認試験を実施する。

バイオマスボイラーについては、中継施設内に併設し回収蒸気は発酵残渣の乾燥設  
備（蒸気による間接乾燥）での利用を検討する。

##### ① バイオマスボイラーの検討

ア．バイオマスボイラー専門メーカーである大川原製作所及び他メーカー（計３社  
程度）を対象に運転に必要な設備構成、ユーティリティー量などの技術情報、納  
入実績、メンテナンス内容と頻度についてヒアリング（電話またはオンライン）  
による調査を行う。

イ．バイオマスボイラーの燃焼試験（流動床式）

発酵残渣乾燥物を供試原料として、燃焼試験を行う。

ウ．バイオマスボイラーの燃焼試験時の熱収支、エネルギー収支を確認し、発酵残渣  
の乾燥設備でのエネルギー自立化の検討を行う。

エ．バイオマスボイラーの燃焼排ガスの分析を行う。

分析項目：ばいじん、窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )、硫黄酸化物( $\text{SO}_x$ )、塩化水素( $\text{HCl}$ )等

② 発酵残渣乾燥物のペレット化の検討

バイオマスボイラーの適用型式にあわせ、発酵残渣乾燥物のペレット化について検討を行う。

ア．実証試験施設からの発酵残渣乾燥物を供試原料として、ペレット化の試験を実施する。

イ．ペレット化については、専門メーカーである小熊鉄工所及び他メーカー(計3社程度)を対象に運転に必要な設備構成、ユーティリティー量などの技術情報、納入実績、メンテナンス内容と頻度についてヒアリング（電話またはオンライン）による調査を実施する。

③ 発酵残渣乾燥物の燃料化補助剤の検討

発酵残渣乾燥物の発熱量の補助剤として、廃食油の混合利用を検討する。

ア．補助剤（廃食油）の性状の把握

分析項目：含水率、強熱減量、灰分、無機塩類濃度、発熱量等

イ．発酵残渣乾燥物と廃食油の混合試験の実施

発酵残渣乾燥物を供試原料とし、廃食油との混合試験を行う。

ウ．廃食油の発生量、流通状況、入手体制について電話やウェブ会議による調査を行う。

エ．発酵残渣乾燥物と廃食油の混合物を使用し、バイオマスボイラーで利用した場合の机上での評価（熱収支、エネルギー収支）を実施する。

## 2.2 実施結果

### 2.2.1 原料ごみ、選別ごみ、選別残渣、発酵残渣、発酵残渣（夾雑物除去、脱水後）、発酵残渣乾燥物、廃食油の性状把握・必要な性状分析結果、考察

エネルギー自立型中継施設のメタン発酵施設に搬入される一般廃棄物は、図 1.2 に示す通り、施設内で破碎・選別されて選別ごみ（メタン発酵への投入物）と選別残渣に分けられる。メタン発酵槽に投入された選別ごみは、メタン発酵により図 2.2.1 に示す通り、有機物（強熱減量）の一部がガス化し、バイオガスと選別残渣となる。エネルギー自立型中継施設のマテリアルバランスを把握するために、これらの性状分析を行い、性状を把握した。

|      |     |     |
|------|-----|-----|
| 水分   | 固形物 |     |
|      | 灰   | 有機物 |
| 水分   |     |     |
|      | 灰   | ガス化 |
| 水分   |     |     |
| 発酵残渣 |     | ガス化 |

図 2.2.1 選別ごみの性状概略図

#### （1）メタン発酵原料の分析

##### ① メタン発酵原料（一般可燃ごみ）の選別、分析

メタン発酵原料（一般可燃ごみ）には、メタン発酵により分解できない非バイオマスが含まれている。そのため、環整 95 号で定められた組成の調査を 3 回実施した。

実施日：1 回目 2022 年 2 月 9 日、2 回目 2022 年 2 月 17 日、3 回目 2022 年 3 月 1 日

表 2.2.1 メタン発酵原料の組成調査結果（単位：％）

|            | 平均   | 施設検討<br>の数値 |
|------------|------|-------------|
| 紙類         | 32.1 | 31.0        |
| 布類         | 18.7 | 3.3         |
| 木・竹・わら類    | 2.1  | 14.9        |
| ビニール、ゴム、皮革 | 23.4 | 10.0        |
| 厨芥         | 4.8  | 40.0        |
| 不燃物類       | 1.0  | 0.0         |
| その他        | 17.9 | 0.8         |

※分別が困難な組成を「その他」に分類した。

この大半は、バイオマスであり、木竹わらや厨芥であった。

表 2.2.1 中の「施設検討の数値」とは、本事業提案時のエネルギー自立型中間施設の基本設計に使用した数値の事を指す。組成調査の結果、布類、ビニール・ゴム・皮革の割合が想定値よりも高いことが判明し、木・竹・わら類、厨芥、その他の割合が低い結果となった。木・竹・わら類に関しては、季節による変動があることから、翌年度以降は、1シーズン毎に組成調査を行う必要がある。

次に、組成毎の三成分を表 2.2.2 にまとめた。一般的な厨芥の含水率は 80%であるが、成分分析の結果では 55.3%となっており、紙類、布類、ビニール類の含水率が高いことから、厨芥の水分が他の組成に移行していることが明らかとなった。

表 2.2.2 メタン発酵原料の組成毎の三成分（単位：％）

|            | 含水率  | 強熱減量 | 灰分   |
|------------|------|------|------|
| 紙類         | 43.6 | 42.3 | 14.4 |
| 布類         | 43.7 | 43.2 | 13.0 |
| 木・竹・わら類    | 41.9 | 46.0 | 12.1 |
| ビニール、ゴム、皮革 | 38.3 | 48.7 | 13.1 |
| 厨芥         | 55.3 | 33.3 | 11.4 |
| 不燃物類       | —    | —    | —    |
| その他        | 53.5 | 32.3 | 14.3 |

## ② 前処理（選別ごみ）分析

エネルギー自立型中継施設のメタン発酵施設に搬入された一般廃棄物は、破碎・選別装置にて前処理され、メタン発酵槽に投入する選別ごみを回収する。このメタン発酵の原料となる選別ごみ中のバイオマスの比率が高い方が、メタン発酵に寄与する有機物量が多くなるため、選別ごみ中のバイオマス比率を調査し、バイオマスと非バイオマスそれぞれの三成分を分析した（表 2.2.3 参照）。

選別ごみ中のバイオマスは 87.5%、非バイオマスは 12.5%であった。表 2.2.1 中のバイオマス（紙類、木・竹・わら類、厨芥、その他）の割合が 56.9%、非バイオマスの割合が 43.1%であり、一般可燃ごみ中に占める非バイオマスの割合が高いにも関わらず、前処理（破碎・選別装置）にて効率良くバイオマスが回収できていることが確認できた。



表 2.2.3 選別ごみの三成分（単位：％）

|        | 含水率  | 強熱減量 | 灰分   |
|--------|------|------|------|
| バイオマス  | 47.2 | 39.6 | 13.2 |
| 非バイオマス | 43.6 | 39.6 | 16.9 |

### ③ 前処理（選別残渣）分析

メタン発酵槽に入らない選別残渣は、大規模広域化エネルギー回収型焼却施設に搬入される予定であることから、選別残渣の性状を把握することは、焼却施設の仕様検討に必要である。

選別ごみと同様に、バイオマス比率を調査し、バイオマスと非バイオマスそれぞれの三成分を分析した（表 2.2.4 参照）。

選別残渣中のバイオマスは 30.2%、非バイオマスは 69.8%であった。バイオマス、非バイオマス中の灰分が非常に少ないことがわかった。これは、バイオマスの大半が紙類であったこと、非バイオマスの大半が布類、ビニール類であったことから整合性のとれる数値であった。

表 2.2.4 選別残渣の三成分（単位：％）

|        | 含水率  | 強熱減量 | 灰分  |
|--------|------|------|-----|
| バイオマス  | 39.8 | 55.1 | 5.1 |
| 非バイオマス | 34.4 | 61.5 | 4.1 |

## (2) 乾式メタン発酵残渣の分析

メタン発酵で微生物が分解できない成分は発酵残渣となり、発酵槽から定期的に引き抜く必要がある。本実証事業では、当該発酵残渣自身が持つ熱量を有効利用することにより、エネルギー自立型の中継施設とすることから、メタン発酵残渣の性状は必ず把握しておくべき事項である。

### ①発酵残渣

メタン発酵槽から引き抜いた発酵残渣の中には、プラスチック等の非バイオマスが夾雑物として存在しているため、メタン発酵残渣を水道水で水洗いし、5mmの篩に残った物を夾雑物として量り、含有率を算出した結果、wet ベースで 33%、dry ベースで 20%の夾雑物含有量であった。

次に、発酵残渣自体の性状も分析を行った。分析結果を表 2.2.5 に示す。



発酵残渣中の夾雑物

表 2.2.5 発酵残渣の性状

|      | 水分<br>% | 強熱減量<br>% | 灰分<br>% | 塩化物<br>mg/kg |
|------|---------|-----------|---------|--------------|
| 発酵残渣 | 83.6    | 10.5      | 5.9     | 1,600        |

### ②夾雑物除去、脱水処理した発酵残渣

実証試験場所のオリックス資源循環株式会社寄居バイオガスプラントでは、メタン発酵残渣を希釈した後、夾雑物を除去・脱水後に乾燥させ、固形燃料としている。そのため、乾燥前の脱水汚泥の性状を把握するために性状分析を実施した。分析結果を表 2.2.6 にまとめる。

表 2.2.6 脱水処理した発酵残渣の性状

|          | 水分<br>% | 強熱減量<br>% | 灰分<br>% | 塩化物<br>mg/kg | カリウム<br>mg/kg | ナトリウム<br>mg/kg | 炭素<br>% | 水素<br>% | 窒素<br>% | 酸素<br>% | 低位発熱量<br>kJ/kg | 高位発熱量<br>kJ/kg |
|----------|---------|-----------|---------|--------------|---------------|----------------|---------|---------|---------|---------|----------------|----------------|
| 脱水した発酵残渣 | 72.6    | 16.7      | 10.7    | 940          | 1,700         | 2,700          | 31.7    | 4.4     | 2.8     | 22.7    | 12,226         | 13,117         |

## (3) 発酵残渣乾燥物の分析

実証試験施設では、脱水汚泥を間接加熱方式で乾燥し、発酵残渣乾燥物を生成し、固形燃料としての利用を検討している。この発酵残渣乾燥物を、固形物燃料として評価するために表 2.2.7 に示す項目の分析を実施した。

固形燃料として評価するために、表 2.2.8 に RDF と RPF の性状をまとめた。

まずは、低位発熱量と高位発熱量に着目する。今回分析した発酵残渣乾燥物の水分が2%であったため、低位発熱量と高位発熱量はほぼ同じ値となった。発熱量としては、RDFの低位発熱量よりも若干低い結果となった。これは、発熱量となりうる原料中の有機物がメタン発酵によってバイオガスに変換されたことによる。

次に塩化物（塩素分）は、2,200 mg/kg（0.22%）と低いことから、RPF相当であることがわかった。塩素分、カリウム、ナトリウムは焼却炉を傷める成分であるため、固形燃料として使用するためには、できるだけ低いことが望ましいが、今回の分析結果ではいずれも低い数値であることが確認できた。

表 2.2.7 発酵残渣乾燥物の性状

|         | 水分<br>% | 強熱減量<br>% | 灰分<br>% | ケルダール窒素<br>mg/kg | 塩化物<br>mg/kg | カリウム<br>mg/kg | ナトリウム<br>mg/kg | 低位発熱量<br>kJ/kg | 高位発熱量<br>kJ/kg |
|---------|---------|-----------|---------|------------------|--------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| 発酵残渣乾燥物 | 2       | 56.7      | 41.3    | 28,000           | 2,200        | 4,310         | 13,600         | 12,016         | 12,623         |

※ TKN：ケルダール態窒素を指す

表 2.2.8 RDF と RPF の性状

|                  | RDF           | RPF        |
|------------------|---------------|------------|
| 原料               | 可燃ごみ（混合廃棄物など） | 紙類、廃プラスチック |
| 形状(mm)           | 直径15～50       | 直径6～40     |
| 単位体積重量(t/m3)     | 0.4～0.6       | 0.3～0.5    |
| 水分含有量(%)         | 20%以下         | 5%以下       |
| 低位発熱量(MJ/kg-dry) | 12.5～17.4     | 24～28      |
| 灰分(%)            | 20%以下         | 5%以下       |
| 塩素分(%)           | 1～2           | 0.2        |

出典：[廃棄物固形燃料化（RDF、RPF） - 環境技術解説 | 環境展望台：国立環境研究所 環境情報メディア \(nies.go.jp\)](#)

## 2.2.2 実証試験施設のCO<sub>2</sub>削減量とエネルギー収支データの取得、評価結果と考察

中継施設でのCO<sub>2</sub>排出量とエネルギーバランスの明確化が必要となるため、実証試験施設における、CO<sub>2</sub>削減量とエネルギーバランスを確認し、評価を行った。

実証施設については、現在調整運転期間中であり、評価期間を設定し運転データの採取を行った。

- ・評価期間：2022年1月24日（月）～1月30日（日）1週間連続運転データとした。
- ・実証施設運転データのまとめを表2.2.2.1に示す。

表 2.2.2.1 実証試験施設運転データまとめ

|              | 原料搬入量  | 前処理選別後  | 選別率  | バイオガス発生量   | 消費電力     | バイオガス発電設備 |         |         |
|--------------|--------|---------|------|------------|----------|-----------|---------|---------|
|              | (可燃ごみ) | (メタン投入) |      | (メタン50%換算) | (発電設備除く) | 発電量       | 自家消費電力  | 売電量     |
|              | (t/日)  | (t/日)   | (%)  |            | (kWh/日)  | (kWh/日)   | (kWh/日) | (kWh/日) |
|              | ①      | ②       | ③    | ④          | ⑤        | ⑥         | ⑦       | ⑧       |
| 【実証施設 運転実績値】 |        |         |      |            |          |           |         |         |
| 1/24(月)      | 89.22  | 72.22   | 80.9 | 5,220      | 6,296    | 6,658     | 986     | 5,672   |
| 1/25(火)      | 135.60 | 101.21  | 74.6 | 7,393      | 6,782    | 11,779    | 1,271   | 10,508  |
| 1/26(水)      | 94.22  | 72.49   | 76.9 | 10,303     | 5,943    | 16,163    | 1,347   | 14,816  |
| 1/27(木)      | 83.01  | 54.47   | 65.6 | 12,938     | 6,243    | 17,523    | 1,283   | 16,240  |
| 1/28(金)      | 129.75 | 62.83   | 48.4 | 15,140     | 6,324    | 25,980    | 1,572   | 24,408  |
| 1/29(土)      | 31.00  | 24.80   | 80.0 | 21,403     | 5,191    | 28,124    | 1,726   | 26,398  |
| 1/30(日)      | 0.00   | 0.00    | 0.0  | 14,959     | 2,909    | 23,453    | 1,696   | 21,757  |
| 合計           | 562.80 | 388.02  | 68.9 | 87,355     | 39,688   | 129,680   | 9,881   | 119,799 |

$$= (② \div ①) \times 100$$

$$= ⑥ - ⑧$$

(1) エネルギーバランス、CO<sub>2</sub> 排出量、全体システムの基本検討

結果を以下に示す。実証試験施設で発生したバイオガスによる発電により、施設の電力は賄える事、その結果、外部からの電力供給が不要となり、結果として CO<sub>2</sub> 排出量も削減できることを確認した。来年度に採取するデータと併せ、評価と考察を行う。

・ 原料（前処理選別後）メタン発酵槽投入 t 当たりのバイオガス発生量 (Nm<sup>3</sup>/t-投入ごみ) . . . ⑨

$$= \text{④} \div \text{②} = \boxed{225.1} \text{ Nm}^3/\text{t-投入ごみ} \quad \cdot \cdot \cdot \text{⑨}$$

原料（前処理選別後）メタン発酵槽投入 t 当たりの熱回収率 (kWh/t-投入ごみ) ※1

|          |            |            |       |               |
|----------|------------|------------|-------|---------------|
| 514.9    | kWh/t-投入ごみ | >          | 350.0 | kWh/t (交付金要件) |
| 中継施設計画値→ | 431.0      | kWh/t-投入ごみ |       |               |

$$\text{※1 熱利用率 (kWh/t)} = \frac{\text{バイオガス回収量 (Nm}^3/\text{t) (メタン50\%換算)} \times 17,900 \text{ (kJ/Nm}^3) \times 0.46 \div 3,600 \text{ (kJ/kWh)}}{\text{投入ごみ量 (t/日)}}$$

※0.46は、発電熱の等価係数

※17,900kJ/Nm<sup>3</sup>は、メタン濃度50%時のバイオガスの熱量

エネルギー回収型廃棄物処理施設整備マニュアル（令和3年4月改訂）P-14

環境省環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課

・ 搬入原料 t 当たりの消費電力量 (kWh/t-搬入ごみ)

$$\text{⑤} \div \text{①} = \boxed{70.5} \text{ kWh/t-原料ごみ} \quad \cdot \cdot \cdot \text{⑩}$$

|               |       |            |
|---------------|-------|------------|
| 中継施設 (1) 計画値→ | 210.0 | kWh/t-原料ごみ |
| 中継施設 (2) 計画値→ | 167.9 | kWh/t-原料ごみ |
| 中継施設 (3) 計画値→ | 154.2 | kWh/t-原料ごみ |

・ 搬入原料 t 当たりの売電量 (kWh/t-搬入ごみ) . . . プラント全体の消費電力分除く余剰電力分

$$\text{⑧} - \text{⑤} \div \text{①} = \boxed{142.3} \text{ kWh/t-原料ごみ} \quad \cdot \cdot \cdot \text{⑪}$$

|               |      |            |
|---------------|------|------------|
| 中継施設 (1) 計画値→ | 24.7 | kWh/t-原料ごみ |
| 中継施設 (2) 計画値→ | 66.8 | kWh/t-原料ごみ |
| 中継施設 (3) 計画値→ | 80.5 | kWh/t-原料ごみ |

・ CO<sub>2</sub> 排出削減効果 . . . 消費電力削減効果による分

売電量（余剰電力量）(kWh/t) × 排出係数 (kg-CO<sub>2</sub>/kWh) =

$$\text{⑪} \times \text{⑫} = \boxed{66.9} \text{ kg-CO}_2/\text{t-原料ごみ}$$

|               |      |                            |
|---------------|------|----------------------------|
| 中継施設 (1) 計画値→ | 11.6 | kg-CO <sub>2</sub> /t-原料ごみ |
| 中継施設 (2) 計画値→ | 31.4 | kg-CO <sub>2</sub> /t-原料ごみ |
| 中継施設 (3) 計画値→ | 37.8 | kg-CO <sub>2</sub> /t-原料ごみ |

(商用電力) 排出係数  $\boxed{0.470} \text{ kg-CO}_2/\text{kWh} \quad \cdot \cdot \cdot \text{⑫}$

「令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業」への公募事業について  
(留意事項)P-4 による。

### 2.2.3 一般廃棄物処理におけるプラスチック類処理実態の調査

5自治体について調査を行った。結果の概要を以下にまとめる。

- ・容器包装リサイクル法  
軟質プラスチックとペットボトルの回収を実施している
- ・分類方法  
資源物、資源化不可物などで分類。不可物は焼却、または埋立処理。
- ・リサイクル対象  
ペットボトルがほとんど。
- ・回収したプラスチック類のリサイクル方法  
リサイクルを行っている場合、日本容器包装リサイクル協会指定の業者に委託している。
- ・リサイクル製品の販売価格  
委託処理なので不明。
- ・プラスチック類処理の課題  
不適物混入、処理費、分別徹底、リサイクルルートの確保、など。
- ・プラスチック資源循環法への対応状況  
5自治体、いずれも今後検討する、の回答であった。

リサイクルを促進させるためには、分別の徹底、製造した製品が市場面で流通する仕組みづくりが重要である。

プラスチック類のリサイクルは今後進むと思われる。本事業においても受入れゴミ中に含まれるプラスチック類の比率が低下する事で、設備の効率化につながると想定している。適用を検討する自治体の事情を十分把握する必要があるといえる

アンケート結果は次ページ以降に示した。

令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業  
(乾式メタン発酵施設を活用したごみ焼埋広域化におけるエネルギー自立型中継施設の検証)

※家庭系、事業系一般廃棄物におけるプラスチック類処理に関する調査シート

貴社が実施いたします実証事業にご協力いただき誠にありがとうございます。お答えのない範囲でご回答いただきたく、お願い申し上げます。

|        |        |
|--------|--------|
| 自治体名   | K組合    |
| ご回答者所属 | Y工場 課長 |
| ご回答者氏名 | E 様    |

|                         |                                                                                                                           |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 調査項目                    | ご回答                                                                                                                       |
| プラスチック類分別の有無            | 容器包装リサイクル法に基づき「プラスチック製容器包装」と「資源物（ペットボトル）」の分別収集を行っている。                                                                     |
| 分別方法                    | プラスチック製容器包装 一般ステーション 指定ごみ袋<br>特定分別基準適合物（ペットボトル） 一般ステーション 専用ボックス                                                           |
| 処理方法                    | プラスチック製容器包装は3つに選別して、「可燃性資源化不選物」は焼却処理して灰は最終処分場処理、「不燃性資源化不選物」は最終処分場処理、「資源物」は資源回収業者、再生事業者等で処理。ペットボトルは資源化処理。サマールリサイクルは行っていない。 |
| リサイクルの場合、その対象           | 「プラスチック製容器包装」のうち「資源物」<br>特定分別基準適合物（ペットボトル）                                                                                |
| リサイクル方法と製造している製品        | 不明                                                                                                                        |
| リサイクル製品の販売価格            | 資源化物売却費 約1,100万円/年                                                                                                        |
| リサイクル方式ごとの委託処理費用        | 回答せず                                                                                                                      |
| 商業プラスチックに占めるリサイクルの割合    | プラスチックのみは出していない。 全体で15%程度<br>(プラスチックのみは推定値で約20%程度)                                                                        |
| プラスチック類処理の課題            | プラスチック製容器包装リサイクルにおいて、不選物の混入が多い 30%程度が不選物                                                                                  |
| プラスチック資源循環法への対応状況（準備含む） | 検討中                                                                                                                       |
|                         |                                                                                                                           |
|                         |                                                                                                                           |

※ご協力いただきまして誠にありがとうございました

令和3年度脱炭素化・先進的廃棄物処理システム実証事業  
(乾式メタン発酵施設を活用したごみ処理広域化におけるエネルギー自立型中継施設の検証)

※家庭系、事業系一般廃棄物におけるプラスチック類処理に関する調査シート

弊社が実施いたします実証事業にご協力いただき誠にありがとうございます。差し支えない範囲でご回答いただきたく、お願い申し上げます。

|        |           |
|--------|-----------|
| 自治体名   | M組合       |
| ご回答者所属 | 清掃センター 所長 |
| ご回答者氏名 | Y 様       |

|                         |                                                                                          |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 調査項目                    | ご回答                                                                                      |
| プラスチック類分別の有無            | 容器包装リサイクル法に基づき「プラスチック製容器包装」（軟質プラスチック）と「資源物（ペットボトル）」の分別収集を行っている。                          |
| 分別方法                    | プラスチック製容器包装（軟質プラスチック） 一般リサイクル 指定ごみ袋なし<br>特定分別基準適合物（ペットボトル） 一般リサイクル 指定ごみ袋なし               |
| 処理方法                    | プラスチック製容器包装（軟質プラスチック）とペットボトルは、資源回収業者にて委託資源化処理している。プラスチック製容器包装（硬質プラスチック）は可燃ごみとして焼却処理している。 |
| リサイクルの場合、その対象           | 「プラスチック製容器包装」のうち（軟質プラスチック）<br>特定分別基準適合物（ペットボトル）                                          |
| リサイクル方法と製造している製品        | 不明                                                                                       |
| リサイクル製品の販売価格            | 不明                                                                                       |
| リサイクル方式ごとの委託処理費用        | 年度により変動する。約40円/kg程度が。                                                                    |
| 高価プラスチックに占めるリサイクルの割合    | 不明                                                                                       |
| プラスチック類処理の課題            | 資源回収業者、再生事業者に処理委託しているが、処理費含めて流動的である。<br>分別収集の住民の方々への、広報・指導等の充実。                          |
| プラスチック資源循環法への対応状況（準備含む） | 検討中                                                                                      |
|                         |                                                                                          |
|                         |                                                                                          |

※ご協力いただきまして誠にありがとうございました



令和3年度脱炭素化・先進的廃棄物処理システム実証事業  
(乾式メタン発酵施設を活用したごみ処理広域化におけるエネルギー自立型中継施設の実証)

※家庭系、事業系一般廃棄物におけるプラスチック類処理に関する調査シート

弊社が実施いたします実証事業にご協力いただき誠にありがとうございます。差支えない範囲でご回答いただきたく、お願い申し上げます。

|        |     |
|--------|-----|
| 自治体名   | SH市 |
| ご回答者所属 | K課  |
| ご回答者氏名 | S様  |

|                         |                                                                                          |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 調査項目                    | ご回答                                                                                      |
| プラスチック類分別の有無            | 「資源物（ペットボトル）」の分別収集を行っている。                                                                |
| 分類方法                    | 特定分別基準適合物（ペットボトル） 一般ステーション ペットボトル回収機 月2回                                                 |
| 処理方法                    | ペットボトルのみ容器包装リサイクル協会指定業者にて委託リサイクル処理。その以外のプラスチックは焼却炉にて焼却処理。その後焼却灰は外部委託処理。サマールリサイクルは行っていない。 |
| リサイクルの場合、その対象           | 特定分別基準適合物（ペットボトル）のみ 約30t/年                                                               |
| リサイクル方法と製造している製品        | 容器包装リサイクル協会指定の業者に委託している。毎年業者も変わり、サマールリサイクルやパレット、RPFなど様々で不明。今年の業者はペットtoペットと聞いている。         |
| リサイクル製品の販売価格            | 委託処理なので不明。                                                                               |
| リサイクル方式ごとの委託処理費用        | 容器包装リサイクル協会指定の業者に委託しているが、ペットボトルは自治体負担はゼロ。                                                |
| 商業プラスチックに占めるリサイクルの割合    | ペットボトルのみで 3%程度                                                                           |
| プラスチック類処理の課題            | ペットボトル以外はリサイクルを行っていない。                                                                   |
| プラスチック資源循環法への対応状況（準備含む） | 容器包装プラスチックのリサイクルも出来ていないので、全てこれから。                                                        |
|                         |                                                                                          |
|                         |                                                                                          |

※ご協力いただきまして誠にありがとうございました

令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業  
(乾式メタン発酵施設を活用したごみ処理広域化におけるエネルギー自立型中継施設の実証)

\* 家庭系、事業系一般廃棄物におけるプラスチック類処理に関する調査シート

弊社が実施いたします実証事業にご協力いただき誠にありがとうございます。差し支えない範囲でご回答いただきたく、お願い申し上げます。

|        |    |
|--------|----|
| 自治体名   | S市 |
| ご回答者所属 | S課 |
| ご回答者氏名 | N様 |

|                         |                                                                              |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 調査項目                    | ご回答                                                                          |
| プラスチック類分別の有無            | ペットボトル、プラスチック容器包装、それ以外は燃えるごみ                                                 |
| 分別方法                    | 一般ステーション 容器包装プラスチック 指定袋で収集<br>ペットボトル 店舗回収ボックス                                |
| 処理方法                    | ペットボトルは委託処理で資源化 容器包装プラスチックも委託処理で資源化 それ以外は焼却処理 サーマルリサイクルは行っていない。焼却灰は最終処分場へ投棄。 |
| リサイクルの場合、その対象           | ペットボトル、プラスチック容器包装                                                            |
| リサイクル方法と製造している製品        | ペットボトルも容器包装プラスチックも業者に委託してリサイクルしている。今は北九州の業者。リサイクル方法は不明。                      |
| リサイクル製品の販売価格            | 不明                                                                           |
| リサイクル方式ごとの委託処理費用        | 予算書に乗っているのと思うので見てほしい。                                                        |
| 商業プラスチックに占めるリサイクルの割合    | ペットボトル 70t/年程度 容器包装プラスチック 300t/年程度 8%程度                                      |
| プラスチック類処理の課題            | 分別の徹底 リサイクルルートの確保 発生抑制                                                       |
| プラスチック資源循環法への対応状況（準備含む） | これから各種進めていく。                                                                 |
|                         |                                                                              |
|                         |                                                                              |

\* ご協力いただきまして誠にありがとうございました

令和3年度資源循環・先進的廃棄物処理システム実証事業  
(乾式メタン発酵施設を活用したごみ処理広域化におけるエネルギー自立型中継施設の実証)

※家庭系、事業系一般廃棄物におけるプラスチック類処理に関する調査シート

貴社が実施いたします実証事業にご協力いただき誠にありがとうございます。差し支えない範囲でご回答いただきたく、お願い申し上げます。

|                         |                                                                                                                                 |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 自治体名                    | T市                                                                                                                              |
| ご回答者所属                  | Rセンター                                                                                                                           |
| ご回答者氏名                  | O様                                                                                                                              |
| 調査項目                    | ご回答                                                                                                                             |
| プラスチック類分別の有無            | ペットボトル、プラスチック容器包装、白色トレイ・柄トレイ・発泡スチロール、インクカートリッジ、それ以外は燃えるごみ                                                                       |
| 分類方法                    | ごみステーション 資源ごみとして収集 ペットボトル、容器包装プラスチック、白色トレイ・柄トレイ・発泡スチロール<br>市役所・支所 インクカートリッジ                                                     |
| 処理方法                    | ペットボトルは圧縮・梱包 容器包装プラスチックは日本容器包装リサイクル協会指定業者にて委託処理 白色トレイ・柄トレイ・発泡スチロールは資源リサイクルセンターの発泡スチロール施設で減容圧縮処理して業者入札 プラスチックの一部は最終処分場 それ以外は焼却処理 |
| リサイクルの場合、その対象           | ペットボトル、プラスチック容器包装、白色トレイ・柄トレイ・発泡スチロール、インクカートリッジ                                                                                  |
| リサイクル方法と製造している製品        | 日本容器包装リサイクル協会指定の業者に委託している。毎年業者も変わり、不明だがサーマルリサイクルか。ペットボトルはマテリアルリサイクルと聞いている。白色トレイ・柄トレイ・発泡スチロールは圧縮後業者入札にて売却。                       |
| リサイクル製品の販売価格            | リサイクル製品は不明                                                                                                                      |
| リサイクル方式ごとの委託処理費用        | 日本容器包装リサイクル協会指定の業者に委託しているので、処理委託費の約1%が自治体負担。                                                                                    |
| 商業プラスチックに占めるリサイクルの割合    | 容器包装リサイクル600t/年 白色トレイ・柄トレイ・発泡スチロール 12t/年 全体で25%程度                                                                               |
| プラスチック類処理の課題            | 資源化率向上、再生利用推進 プラスチックごみの削減 分別徹底                                                                                                  |
| プラスチック資源循環法への対応状況（準備含む） | 検討中                                                                                                                             |
|                         |                                                                                                                                 |
|                         |                                                                                                                                 |

※ご協力いただきまして誠にありがとうございました

#### 2.2.4 エネルギー自立型中継施設の基本設計に必要な基本条件、課題の整理と令和4年度検討計画への反映

2.2.2において、実証試験施設の運転データから外部エネルギー供給によらない縦型乾式メタン発酵施設の運用が可能であることを確認した。一方、2.2.7の燃焼試験結果より、実証試験施設の乾燥物を燃料とした場合、乾燥物単独ではバイオマスボイラーの運用は困難であり、助燃材が必要になる。乾燥物中の強熱原料割合が増えると発熱量が増加する事から、令和4年度も引き続き実証試験施設で発生する発酵残渣の性状確認を行う。併せて、乾燥試験を行い、乾燥物の性状確認を行う。

## 2.2.5 発酵残渣乾燥方式の検討（直接、間接）

可燃ごみを対象とした乾式メタン発酵においては、発酵残渣の処分は重要な課題である。これまでのメタンコンバインド施設においては、併設の熱回収施設（焼却施設）で焼却処分される事例が多い。

一方、メタン発酵残渣については未分解分の有機物が存在し、残渣として相当の発熱量を保有（乾物ベース）しており、バイオマス燃料としての利用価値も見込まれる。

本実証事業では、実証試験施設のメタン発酵槽から排出された発酵残渣を供試原料とし固形燃料化するため、乾燥設備の各種方式の検討を行なった。

### 2.2.5.1 検討方式（1）

#### 【方式（1）】熱風による直接乾燥方式

##### （1）本方式の原理、特長

- ・乾燥機本体は、横型回転ドラム式（内部に、原料解砕のための攪拌機を保有）である。
- ・し尿処理、下水道汚泥等の有機汚泥の乾燥用での実績が多い。又、一般可燃ごみの乾燥用での採用事例が多い。
- ・乾燥熱源は、熱風発生炉により、乾燥機原料入口側から熱風を供給し乾燥を行う。
- ・乾燥排ガスは、集塵装置にて除塵後、脱臭炉にて燃焼脱臭後、大気放出となる。
- ・排ガスラインに熱交換器を設置し、熱回収ガスを熱風炉供給している。

実証試験施設からの発酵残渣を供試原料とし、乾燥試験を実施した。

試験の実施は再委託先の、専門メーカー（株式会社大和三光製作所）で実施した。

乾燥機の構造図を図 2.2.5.1 に示した。

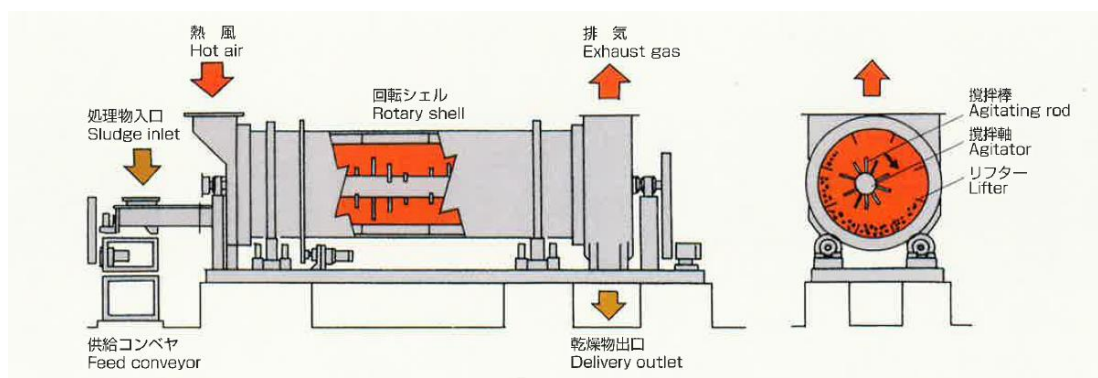


図 2.2.5.1 乾燥機本体構造図

## (2) 試験実施概要

### ①試験実施概要

- ・試験実施日時 2022年2月18日
- ・試験場所 試験委託先専門メーカー 福島工場で実施した。
- ・実証試験施設からの発酵残渣（メタン発酵槽より引抜）を供試原料とし、乾燥試験を実施した。

### ②試験装置概略フロー

試験装置の概略フローを図 2.2.5.2 に示す。

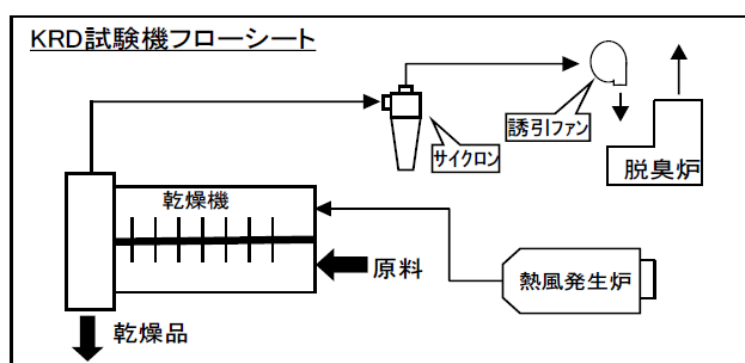


図 2.2.5.2 試験装置概略フロー

### ③試験機仕様

- ・型式：攪拌機付回転乾燥機[KRD-03]
- ・本体（シェル）寸法：φ500×L 1500(mm)
- ・シェル容積 : 0.295 (m<sup>3</sup>)
- ・熱風炉熱源 : LPG ガスバーナー
- ・シェル内保有汚泥量：0.01～0.04(m<sup>3</sup>)

| 試験機外観                                                                               | 試験機外観                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |

(3) 試験条件及び試験結果

①原料条件

供試原料は、実証施設よりの発酵残渣を使用した。

供試原料（メタン発酵残渣）の TS 濃度 15.0%（含水率 85.0%）※であったため、別途準備した実証試験施設で発生した発酵残渣乾燥物を一定量混合し、計画値含水率 75.0%に調整した。

※試験前の水分計による簡易測堤結果。

| 発酵残渣（実証施設より採取）                                                                                     | 実証施設での発酵残渣（乾燥品）                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  |                              |
| <ul style="list-style-type: none"><li>・メタン発酵槽より引抜き後の状態。</li><li>・含水率 85.0%（試験前 水分計により測定）</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>・実証施設では、発酵残渣より夾雑物除去後乾燥処理を行っている。</li><li>・含水率 8.0%（試験前 水分計により測定）</li></ul> |

| 水分調整後発酵残渣                                                                           |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>・乾燥機供試原料（含水率 75.5%）</li></ul>                 |  |
|                                                                                     |  |



#### (4) 試験結果

試験結果を表 2.2.5.1 に示す。設定値：事前に予備試験等により確認後、条件設定した。

表 2.2.5.1 試験結果まとめ

| No. | 項 目        | 種 別 | 記号             | 単位                   | Run. 1-2     | 計画値         |
|-----|------------|-----|----------------|----------------------|--------------|-------------|
| 1   | 乾燥温度       | 設定値 | T              | ℃                    | 350          |             |
| 2   | 質量（乾燥前）    | 設定値 | W <sub>1</sub> | kg/h                 | 21.0         |             |
| 3   | 入口水分       | 測定値 | a <sub>1</sub> | % W.B                | <b>75.51</b> | <b>75.0</b> |
| 4   | 入口見掛密度     | 測定値 | ρ <sub>1</sub> | kg/m <sup>3</sup>    | 825          |             |
| 5   | 出口水分       | 測定値 | a <sub>2</sub> | % W.B                | <b>6.85</b>  | <b>15.0</b> |
| 6   | 出口見掛密度     | 測定値 | ρ <sub>2</sub> | kg/m <sup>3</sup>    | 185          |             |
| 7   | 無水分質量      | 計算値 | W <sub>2</sub> | kg/h                 | 5.1          |             |
| 8   | 乾燥後質量      | 計算値 | W <sub>0</sub> | kg/h                 | 5.5          |             |
| 9   | 蒸発水分       | 計算値 | W <sub>e</sub> | kg/h                 | 15.5         |             |
| 10  | 乾燥速度       | 計算値 | R <sub>d</sub> | kg/m <sup>3</sup> /h | <b>52.6</b>  |             |
| 11  | 乾燥機（試験機）容積 | 測定値 | V              | m <sup>3</sup>       | 0.295        |             |
| 12  | 滞留時間       | 計算値 | θ              | min                  | 92           |             |

発酵槽より引き抜いた発酵残渣の乾燥品中には、夾雑物（ビニール片、繊維状の紐類他）の混入が相当量確認された。実証施設においては、搬入ごみの前処理は、前処理（破碎＋トロンメル）後、メタン発酵槽に投入している。

発酵槽より引き抜いた発酵残渣については、夾雑物除去＋脱水処理後の汚泥を乾燥処理しているため、夾雑物の混入割合は少ない結果である。

試験機においては、乾燥排ガスを集塵装置乾式サイクロンで一次処理を行った。

試験における乾燥品の質量は 5.5kg、集塵装置捕集（回収）ダスト量は 0.28kg、集塵装置捕集ダスト比率  $(0.28/5.5) \times 100 = 5.1(\%)$  であった。



|                                                                                   |                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 発酵残渣（乾燥品）                                                                         | 乾燥排ガス集塵装置捕集ダスト                                                                     |
|  |  |
|                                                                                   | ・試験装置では、乾式集塵装置（サイクロン）で一次処理を行った。                                                    |

本試験で得られた発酵残渣乾燥品について、篩分けを行い粒度分布の測定をした。結果を表 2. 2. 5. 2 に示した。

表 2. 2. 5. 2 発酵残渣（篩分け操作）結果

| 篩目幅       | 重量比率(%) | 備 考                 |
|-----------|---------|---------------------|
| <2mm      | 27.2    |                     |
| 2mm～5.6mm | 34.0    |                     |
| >5.6mm    | 30.8    | ※実証施設では、乾燥前に夾雑物除去済。 |
|           | 100.0   |                     |

|                                                                                     |                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 発酵残渣（篩分け後状況）                                                                        | 実証施設での発酵残渣（乾燥品）                                                                      |
|  |  |
|                                                                                     | ・実証施設では乾燥前に、夾雑物除去済み。                                                                 |

乾燥運転中の、乾燥機内状況を以下に示す。

| 乾燥機機内（原料入口側）                                                                        | 乾燥機機内（中央部）                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|    |    |
|                                                                                     | ・攪拌機軸に、夾雑物の絡みつきが見られた。                                                                |
|                                                                                     |                                                                                      |
|                                                                                     |                                                                                      |
| 乾燥機機内（乾燥品出口側）                                                                       | 乾燥機機内（乾燥品出口側）                                                                        |
|  |  |
|                                                                                     | ・原料停止後、攪拌機運転を継続し、機内の乾燥品を排出。                                                          |
|                                                                                     |                                                                                      |
|                                                                                     |                                                                                      |

(5) 直接乾燥試験での、エネルギー収支及び熱収支バランスについて

発酵残渣乾燥設備のブロックフローを図 2.2.5.3 に示す。本システムでは、発酵残渣乾燥品をバイオマス燃料として利活用することが要点である。検討方式では乾燥品を熱風炉で燃焼させ、乾燥機の乾燥エネルギー（熱風）を創出する、又、乾燥排ガスを熱風炉で燃焼処理することで、脱臭炉分に必要な燃料②の削減を検討テーマとした。

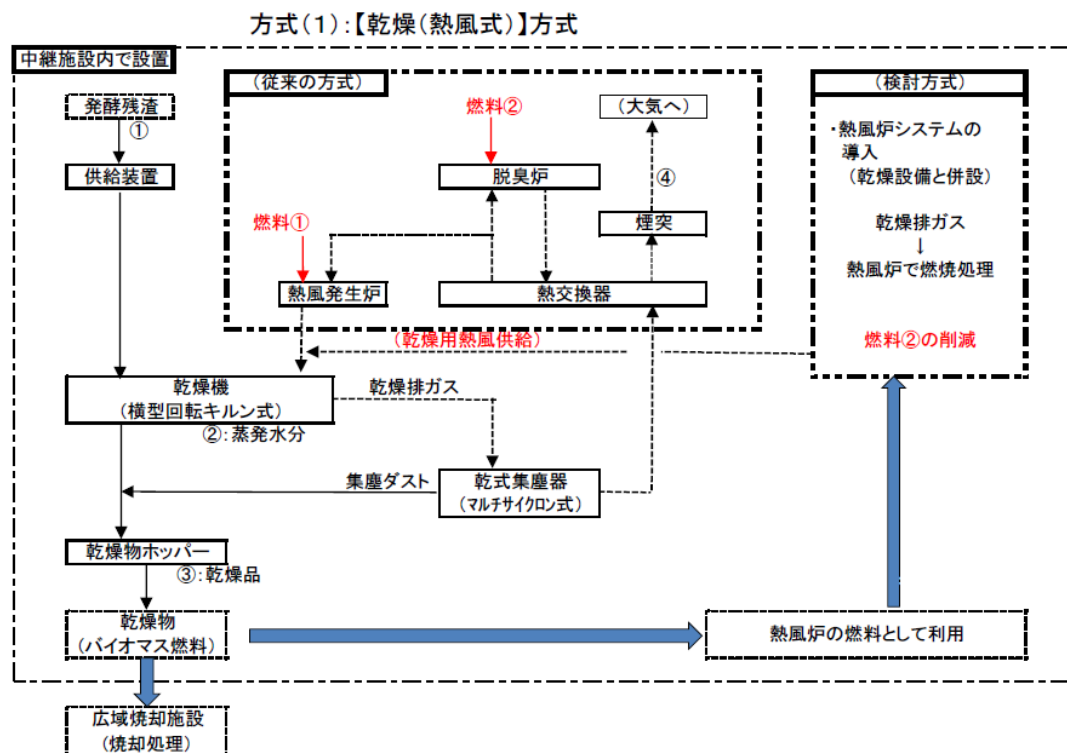


図 2.2.5.3 発酵残渣処理設備（乾燥設備）ブロックフローシート

乾燥試験結果を踏まえ、直接乾燥処理を行った場合の中継施設各ケースの試算結果を表 2.2.5.3 に示す。

本実証事業における発酵残渣乾燥設備での消費電力量は中継施設でのバイオガス発電電力量の約 30%程度になる見込みとなった。

表 2.2.5.3 試算結果まとめ

| (項 目)             | (単 位)                 | 中継施設 (1) | 中継施設 (2) | 中継施設 (3) | 備 考         |
|-------------------|-----------------------|----------|----------|----------|-------------|
| 中継槽規模             | t /D                  | 40.0     | 56.0     | 72.0     |             |
| ①：発酵残渣量           | kg/D                  | 26,987.2 | 37,698.0 | 48,498.7 |             |
| 発酵残渣含水率           | %                     | 75.0     | 75.0     | 75.0     |             |
| ②：蒸発水分量           | kg-H <sub>2</sub> O/D | 19,059.4 | 26,598.5 | 34,221.2 |             |
| ③：乾燥品量            | t/D                   | 7,927.8  | 11,099.5 | 14,277.5 |             |
| 乾燥品含水率            | %                     | 15.0     | 15.0     | 15.0     |             |
| ④：排ガス量(湿ガス)       | Nm <sup>3</sup> /h    | 17,358.0 | 21,048.0 | 24,912.0 | 運転日当たり      |
| 排ガス温度             | ℃                     | 250.0    | 250.1    | 250.0    |             |
| 燃料消費量(合計)         | L/D                   | 2,661.9  | 3,443.7  | 4,241.8  |             |
| ※発酵残渣 t 当たり       | L/ t                  | 98.6     | 91.3     | 87.5     |             |
| 燃料①：熱風炉           | L/D                   | 419.7    | 413.5    | 417.6    |             |
| 燃料②：脱臭炉           | L/D                   | 2,242.3  | 3,030.2  | 3,824.2  |             |
| (7)：消費電力量         | kWh/D                 | 2,704.3  | 3,441.4  | 4,958.6  | 乾燥設備分(従来方式) |
| ※発酵残渣 t 当たり       | kWh/t                 | 100.2    | 91.3     | 102.2    |             |
| (4)：バイオガス発電量      | kWh/D                 | 9,387.3  | 13,142.5 | 16,897.5 | 当初試算値とする。   |
| (5)：[(7)÷(4)]×100 | %                     | 28.8     | 26.2     | 29.3     | 発電量に占める割合   |

(7日/週平均の値とする)

乾燥試験で得られた発酵残渣乾燥物の性状分析結果を表 2.2.5.4 に示す。夾雑物除去前後で、特に発熱量が異なる。夾雑物除去前はビニール類などのプラスチックが含まれている事から、除去後に比べ発熱量が高い結果となった。実証事業ではプラスチック類を除くことでバイオマス主体の乾燥物とし、活用する予定であるが、廃棄物からの資源回収・利用を考えると乾燥物中のプラスチック類の活用も検討する必要があると言える。

表 2.2.5.4 発酵残渣乾燥品分析結果

| 項 目         |    | 単 位   | 発酵残渣乾燥品 (Run1. -2) |        |
|-------------|----|-------|--------------------|--------|
|             |    |       | 夾雑物含む              | 夾雑物除去後 |
| 含水率         |    | (%)   | 2.9                | 3.2    |
| 強熱減量        |    | (%)   | 68.5               | 60.3   |
| 元素成分        | 炭素 | (%)   | 40.0               | —      |
|             | 水素 | (%)   | 6.13               | —      |
|             | 窒素 | (%)   | 2.31               | —      |
|             | 酸素 | (%)   | 19.3               | —      |
| 塩化物イオン (CL) |    | mg/kg | 6,800              | 7,700  |
| カルシウム (Ca)  |    | mg/kg | 49,400             | 54,200 |
| マグネシウム (Mg) |    | mg/kg | 3,980              | 4,710  |
| 低位発熱量       |    | kJ/kg | 17,371             | 11,880 |
| 高位発熱量       |    | kJ/kg | 18,403             | 12,587 |
| 夾雑物混入割合     |    | (%)   | 60.1               | —      |

## 2.2.5.2 検討方式（2）

### 【方式（2）】蒸気による（間接乾燥）方式

#### （1）本方式の原理、特長

- ・乾燥機本体は、二重ジャケット構造となっており、内部に、ディスク式の搅拌装置（二連式）を保有している。
- ・し尿処理、下水道汚泥等の有機汚泥の乾燥用での実績がある。
- ・乾燥熱源は、ジャケット内及び搅拌装置内に低圧蒸気を供給し間接乾燥行う。
- ・乾燥排ガスは、集塵装置にて除塵後、脱臭炉にて燃焼脱臭後 又は湿式スクラバー+薬液洗浄又は活性炭吸着にて処理後大気放出となる。  
湿式スクラバー+薬液洗浄の場合、乾燥回収凝縮水及びスクラバー排水の処理のため、排水処理設備が必要となる。
- ・蒸気ドレンは回収し、蒸気ボイラー給水側に送り回収利用する。

実証試験施設からの発酵残渣を供試原料とし、乾燥試験を実施した。

試験は再委託先の、専門メーカー（株式会社大和三光製作所）で実施した。

間接乾燥試験装置のフローを図 2.2.5.4 に示した。

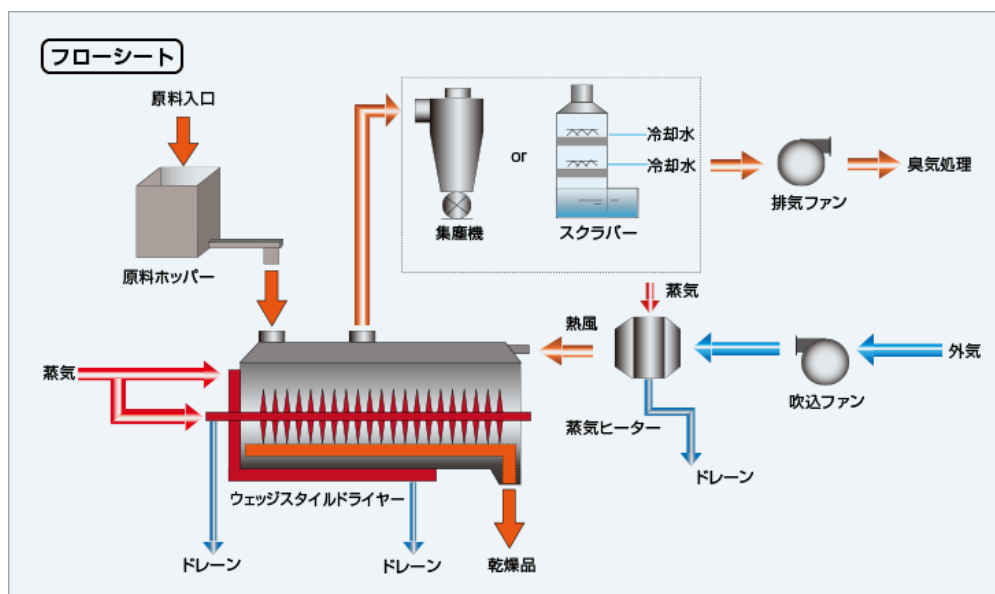


図 2.2.5.4 乾燥機フロー図（メーカーカタログより引用）



(2) 試験実施概要

①試験実施概要

試験実施日時 2022 年 2 月 18 日

試験場所 試験委託先専門メーカー 福島工場で実施した。

実証試験施設からの発酵残渣（メタン発酵槽より引抜）を供試原料とし、乾燥試験を実施した。

②試験装置概略フロー

試験装置の概略フローを図 2.2.5.5 に示した。

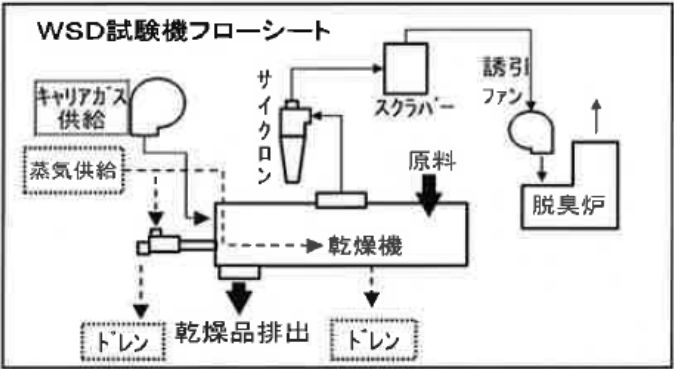


図 2.2.5.5 試験装置フロー

③試験機仕様

- ・型式：ウェッジスタイルドライヤ（伝導伝熱型乾燥機）[WSD-03]
- ・乾燥機容積：0.22 (m<sup>3</sup>)
- ・乾燥機伝熱面積：3.0 (m<sup>2</sup>)
- ・乾燥機熱源：飽和蒸気（蒸気圧力 0.1～0.6 (MPaG)）
- ・キャリアガス熱源：電気ヒーター

|                                                                                     |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 試験機外観 (1)                                                                           |  |
|  |  |

### (3) 試験条件及び試験結果

供試原料は、実証施設よりの発酵残渣（夾雑物除去前）を使用した。供試原料（メタン発酵残渣）の TS 濃度 15.0%（含水率 85.0%）※であったため、別途準備した発酵残渣乾燥品を一定量混合し、計画値含水率 75.0% 近傍に調整した。

※試験前の水分計による簡易測定による。

| 発酵残渣（実証施設より採取）                                                                                        | 実証施設での発酵残渣（乾燥品）                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     |                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・メタン発酵槽より引抜き後の状態。</li> <li>・含水率 85.0%（試験前 水分計により測定）</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・実証施設では、発酵残渣より夾雑物除去後乾燥処理を行っている。</li> <li>・含水率 約 6.0%</li> </ul> |

| 水分調整後の発酵残渣                                                                          |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・乾燥機供試原料（含水率 78.1%）Run. 2</li> </ul>         |  |
|                                                                                     |  |
|                                                                                     |  |



#### (4) 試験結果

試験結果を、表 2.2.5.5 に示す。設定値は事前に予備試験等により確認後、条件設定した。

表 2.2.5.5 試験結果まとめ

| No. | 項 目     | 種 別 | 記号             | 単位                   | Run. 1       | Run. 2       | 計画値         |
|-----|---------|-----|----------------|----------------------|--------------|--------------|-------------|
| 1   | 蒸気圧力    | 設定値 | P <sub>s</sub> | MPaG                 | 0.5          | 0.5          |             |
| 2   | 質量（乾燥前） | 設定値 | W <sub>1</sub> | kg/h                 | 24.0         | 27.0         |             |
| 3   | 入口水分    | 測定値 | a <sub>1</sub> | % W. B               | <b>77.15</b> | <b>78.11</b> | <b>75.0</b> |
| 4   | 入口見掛密度  | 測定値 | $\rho_1$       | kg/m <sup>3</sup>    | 825          | 825          |             |
| 5   | 出口水分    | 測定値 | a <sub>2</sub> | % W. B               | <b>10.03</b> | <b>14.34</b> | <b>15.0</b> |
| 6   | 出口見掛密度  | 測定値 | $\rho_2$       | kg/m <sup>3</sup>    | 280          | 265          |             |
| 7   | 無水分質量   | 計算値 | W <sub>2</sub> | kg/h                 | 5.5          | 5.9          |             |
| 8   | 乾燥後質量   | 計算値 | W <sub>0</sub> | kg/h                 | 6.1          | 6.9          |             |
| 9   | 蒸発水分    | 計算値 | W <sub>e</sub> | kg/h                 | 17.9         | 20.1         |             |
| 10  | 乾燥速度    | 計算値 | R <sub>d</sub> | kg/m <sup>2</sup> /h | <b>5.97</b>  | <b>6.70</b>  |             |
| 11  | 乾燥機伝熱面積 | 測定値 | V              | m <sup>2</sup>       | 3.0          | 3.0          |             |

#### 結果のまとめ

- ・Run. 2 において、乾燥品水分 14.34%(計画値は 5.0%以下)において、乾燥速度 6.70kg/m<sup>2</sup>/h が得られた。
- ・乾燥品中には、夾雑物（ビニール片、繊維状の紐類他）の混入が確認された。

|                                                                                   |                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 発酵残渣乾燥物                                                                           | 乾燥排ガス排気ダクト内                                                                        |
|  |  |
|                                                                                   | ・乾燥排ガス中のダスト飛散状況                                                                    |
|                                                                                   |                                                                                    |
|                                                                                   |                                                                                    |

本試験で得られた発酵残渣乾燥品について、篩分けを行い粒度分布の測定をした。結果を表 2. 2. 5. 6 に示した。

表 2. 2. 5. 6 発酵残渣篩分け結果

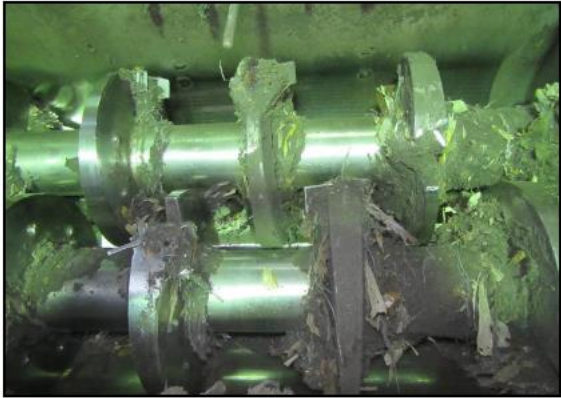
| 篩目幅        | 重量比率 (%) |                 | 備 考 |
|------------|----------|-----------------|-----|
|            | Run. 2   | 実証試験<br>施設での乾燥品 |     |
| < 2mm      | 27. 0    | 90. 6           |     |
| 2mm～5. 6mm | 27. 0    | 8. 5            |     |
| > 5. 6mm   | 46. 0    | 0. 9            |     |
|            | 100. 0   | 100. 0          |     |

発酵残渣を直接乾燥処理した乾燥品では、2mm 以上の夾雑物の比率が 73. 0%であった。実証試験施設での乾燥品については 90%以上が 2mm 以下であった。実証試験施設では夾雑物を除去した発酵残渣を乾燥処理していることが相違の理由である。

|                                                                                   |                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 発酵残渣（篩分け後状況）                                                                      | 実証施設での発酵残渣（乾燥品）                                                                    |
|  |  |
|                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・実証施設では乾燥前に、夾雑物除去済み。</li> </ul>             |

乾燥運転中の、乾燥機内状況を以下に示す。

|                                                                                    |                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 乾燥機機内（原料入口側）                                                                       | 乾燥機機内（中央部）                                                                          |
|  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・原料供給部で、乾燥水分が高いため汚泥の絡みつきがみられた。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・攪拌機軸に、夾雑物の絡みつきが見られた。</li> </ul>             |

| 乾燥機機内（乾燥品出口側）                                                                                                        | 乾燥機機内（乾燥品出口側）                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                     |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・原料停止後、攪拌機運転を継続し、機内の乾燥品を一部を自動排出後。</li> <li>・伝熱面への、汚泥のこびりつきが若干みられた。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・原料停止後、攪拌機運転を継続し、機内の乾燥品の一部を自動排出後。</li> </ul> |

（５）間接乾燥試験での、エネルギー収支及び熱収支バランスについて

実証事業における乾燥設備のブロックフロー図を図 2. 2. 5. 7 に示す。本システムでは、発酵残渣乾燥品をバイオマス燃料として利活用することが課題となる。検討方式では乾燥品をバイオマスボイラーで燃焼させ、乾燥機の乾燥エネルギー（低圧蒸気）を創出する、又、乾燥排ガスをバイオマスボイラーで燃焼処理することを検討し、従来方式での脱臭炉分に使用する燃料②の大幅削減を検討テーマとする。

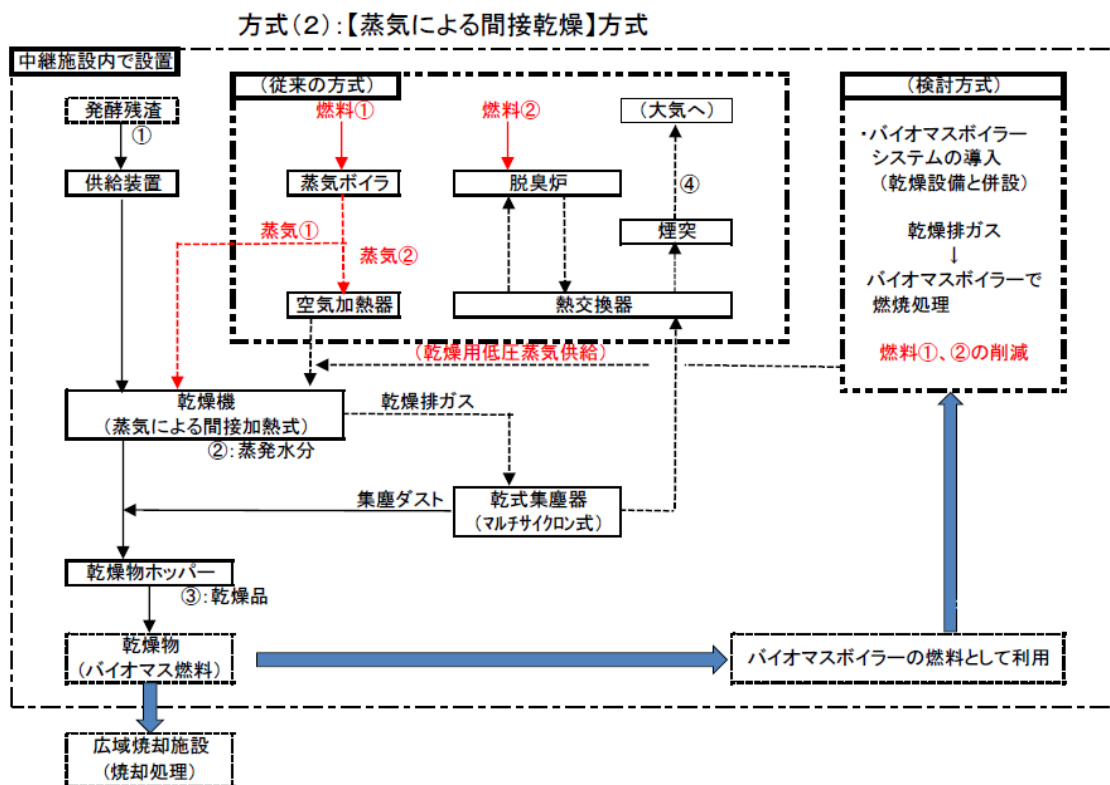


図 2. 2. 5. 7 発酵残渣処理設備（乾燥設備）ブロックフローシート

今回の乾燥試験結果を反映した試算結果を、表 2. 2. 5. 7 に示す。乾燥処理では蒸気ボイラでの燃料消費の削減が大きな課題となる。蒸気による間接乾燥方式のため、蒸気ドレンは回収し蒸気ボイラ給水側に戻し再利用することで熱回収を行い、燃料消費量を削減する。発酵残渣乾燥設備の消費電力量は中継施設でのバイオガス発電電力量の約 30%程度の見込みとなった。

表 2.2.5.7 試算結果まとめ

| (項 目)              | (単 位)                 | 中継施設 (1) | 中継施設 (2) | 中継施設 (3) | 備 考         |
|--------------------|-----------------------|----------|----------|----------|-------------|
| 中継槽規模              | t /D                  | 40.0     | 56.0     | 72.0     |             |
| ①： 発酵残渣量           | kg/D                  | 26,987.2 | 37,698.0 | 48,498.7 |             |
| 発酵残渣含水率            | %                     | 75.0     | 75.0     | 75.0     |             |
| ②： 蒸発水分量           | kg-H <sub>2</sub> O/D | 19,059.4 | 26,598.5 | 34,221.2 |             |
| ③： 乾燥品量            | t/D                   | 7,927.8  | 11,099.5 | 14,277.5 |             |
| 乾燥品含水率             | %                     | 15.0     | 15.0     | 15.0     |             |
| ④： 排ガス量(湿ガス)       | Nm <sup>3</sup> /h    | 15,096.0 | 21,084.0 | 27,132.0 | 運転日当たり      |
| 排ガス温度              | ℃                     | 250.1    | 250.0    | 250.0    |             |
| 燃料消費量(合計)          | L/D                   | 3,972.9  | 5,545.7  | 7,135.7  |             |
| ※発酵残渣 t当たり         | L/ t                  | 147.2    | 147.1    | 147.1    |             |
| 燃料①： 蒸気ボイラー        | L/D                   | 2,592.5  | 3,618.2  | 4,654.8  |             |
| 燃料②： 脱臭炉           | L/D                   | 1,380.3  | 1,927.5  | 2,480.9  |             |
| (7)： 消費電力量         | kWh/D                 | 2,781.4  | 3,372.9  | 3,994.3  | 乾燥設備分(従来方式) |
| ※発酵残渣 t当たり         | kWh/t                 | 103.1    | 89.5     | 82.4     |             |
| (i)： バイオガス発電量      | kWh/D                 | 9,387.3  | 13,142.5 | 16,897.5 | 当初試算値とする。   |
| (7)： [(7)÷(i)]×100 | %                     | 29.6     | 25.7     | 23.6     | 発電量に占める割合   |
| 蒸気必要量(合計)          | kg/D                  | 28,337.1 | 39,587.7 | 50,928.7 | 0.5MpaG     |
| ※蒸発水分 t当たり         | kg/ t                 | 1,486.8  | 1,488.3  | 1,488.2  | 0.5MpaG     |
| (x)： 空気加熱器         | kg/D                  | 2,668.1  | 3,725.5  | 4,795.2  |             |
| (4)： 乾燥機本体         | kg/D                  | 25,669.0 | 35,862.2 | 46,133.5 |             |

(7日/週平均の値とする)

## (5) 発酵残渣乾燥品分析結果

乾燥試験で得られた発酵残渣乾燥物の性状分析結果を以下の表 2.2.5.8 に示す。

直接乾燥処理と同様、夾雑物除去前後で発熱量が異なる。夾雑物にはビニール類などのプラスチックが含まれていることから、除去後に比べ発熱量が高い結果となった。実証事業ではプラスチック類を除くことでバイオマス主体の乾燥物とし、活用する予定であるが、廃棄物からの資源回収・利用を考えると乾燥物中のプラスチック類の活用も検討する必要があると言える。



表 2.2.5.8 発酵残渣乾燥品分析結果

| 項 目         |    | 単 位   | 発酵残渣乾燥品 (Run 1) |        | 発酵残渣乾燥品 (Run 2) |        |
|-------------|----|-------|-----------------|--------|-----------------|--------|
|             |    |       | 夾雑物含む           | 夾雑物除去後 | 夾雑物含む           | 夾雑物除去後 |
| 含水率         |    | (%)   | 5.8             | 6.2    | 13.1            | 14.0   |
| 強熱減量        |    | (%)   | 64.3            | 60.5   | 63.6            | 60.1   |
| 元素成分        | 炭素 | (%)   | 30.0            | —      | 30.0            | —      |
|             | 水素 | (%)   | 4.36            | —      | 4.93            | —      |
|             | 窒素 | (%)   | 2.60            | —      | 2.35            | —      |
|             | 酸素 | (%)   | 24.3            | —      | 13.9            | —      |
| 塩化物イオン(CL)  |    | mg/kg | 8,200           | 7,800  | 7,600           | 7,000  |
| カルシウム (Ca)  |    | mg/kg | 48,500          | 55,100 | 44,800          | 46,100 |
| マグネシウム (Mg) |    | mg/kg | 3,360           | 4,530  | 3,930           | 4,850  |
| 低位発熱量       |    | kJ/kg | 13,699          | 12,292 | 12,053          | 9,823  |
| 高位発熱量       |    | kJ/kg | 14,485          | 13,089 | 13,063          | 10,713 |
| 夾雑物混入割合     |    | (%)   | 68.8            | —      | 64.2            | —      |

## 2.2.6 バイオマスボイラーメーカーの技術情報の収集結果

調査結果の概要を以下に示す。調査シートは次ページ以降に示した。

- ・ 方式  
流動床、ストーカーの2種類が主体。
- ・ 原料  
木質を含む有機物が対象。下水汚泥、コーヒー粕、鶏糞などの廃棄物も実績がある。
- ・ 原料の発熱量  
3,000kcal/kg(約 12,550MJ/kg)以上の回答。これより低い場合、助燃材との併用が必要になる
- ・ 適用される法規  
各法規が適用される。施設計画時、所轄する監督署に確認が必要である
- ・ 環境アセスメント  
焼却炉になると必要。バイオマスボイラーの場合不要。
- ・ 注意事項  
蒸気発生量によりボイラー技士免許有資格者が必要になる。



| 令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業<br>(乾式メタン発酵施設を活用したごみ処理広域化におけるエネルギー自立型中継施設の実証) |  |                                                    |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| * バイオマスボイラーに関する調査シート                                                     |  |                                                    |  |  |  |  |  |  |  |
| 弊社が実施いたします実証事業にご協力いただき誠にありがとうございます。差支えない範囲でご回答いただきたく、お願い申し上げます。          |  |                                                    |  |  |  |  |  |  |  |
| 企業名                                                                      |  | 株式会社大川原製作所                                         |  |  |  |  |  |  |  |
| ご回答者所属                                                                   |  | 東京営業部 東京営業課                                        |  |  |  |  |  |  |  |
| ご回答者氏名                                                                   |  | 榎戸 伸                                               |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                          |  |                                                    |  |  |  |  |  |  |  |
| 調査項目                                                                     |  | ご回答                                                |  |  |  |  |  |  |  |
| 保有するボイラーの形式                                                              |  | 流動床ボイラ                                             |  |  |  |  |  |  |  |
| 対象とする燃料の種類                                                               |  | 下水汚泥、コーヒー粕、鶏糞                                      |  |  |  |  |  |  |  |
| 対象となる燃料の形状                                                               |  | 流動床；泥状物、流動性のよい物性の処理物                               |  |  |  |  |  |  |  |
| 使用可能な燃料の最低熱量<br>(助燃材未使用時)                                                |  | 3,000～5,000kca/kg (水分10～50%W.B.程度)                 |  |  |  |  |  |  |  |
| ボイラーの形式                                                                  |  | 貫流式廃熱ボイラー                                          |  |  |  |  |  |  |  |
| 必要な補機類                                                                   |  | 熱交換器、サイクロン、乾式バグフィルタ、排気ファン                          |  |  |  |  |  |  |  |
| 適用される法規                                                                  |  | 大気汚染防止法、騒音規制法、振動規制法、消防法、労働安全衛生法、廃棄物の処理及び清掃に関する法律など |  |  |  |  |  |  |  |
| 環境アセスメント要否                                                               |  | 産業廃棄物焼却炉に該当すれば必要                                   |  |  |  |  |  |  |  |
| 納入実績                                                                     |  | コーヒー粕×2件、鶏糞×1台、下水汚泥×2台                             |  |  |  |  |  |  |  |
| その他注意事項など                                                                |  | 蒸気発生量によりボイラー技士免許有資格者が必要                            |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                          |  |                                                    |  |  |  |  |  |  |  |
| * ご協力いただきまして誠にありがとうございました                                                |  |                                                    |  |  |  |  |  |  |  |

| 令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業<br>(乾式メタン発酵施設を活用したごみ処理広域化におけるエネルギー自立型中継施設の実証) |                                                                   |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| * バイオマスボイラーに関する調査シート                                                     |                                                                   |  |  |  |  |  |  |
| 弊社が実施いたします実証事業にご協力いただき誠にありがとうございます。差支えない範囲でご回答いただきたく、お願い申し上げます。          |                                                                   |  |  |  |  |  |  |
| 企業名                                                                      | N開発株式会社                                                           |  |  |  |  |  |  |
| ご回答者所属                                                                   | 営業部                                                               |  |  |  |  |  |  |
| ご回答者氏名                                                                   | A様                                                                |  |  |  |  |  |  |
| 調査項目                                                                     | ご回答                                                               |  |  |  |  |  |  |
| 保有するボイラーの形式                                                              | 燃焼炉は、ストーカ式のみ。<br>ボイラは、貫流式と廃熱ボイラを装備可能。                             |  |  |  |  |  |  |
| 対象とする燃料の種類                                                               | 木質チップ（建廃を含む）、木質ペレット、RPF焼却炉としては、下水汚泥の実績があります。（固形化処理後のペレット）         |  |  |  |  |  |  |
| 対象となる燃料の形状                                                               | ストーカ；RPFペレット径 22mmφ 長さ30mm程度ペレット径が22mm以下の場合は、事前燃焼テストが必要です。        |  |  |  |  |  |  |
| 使用可能な燃料の最低熱量（助燃材未使用時）                                                    | 3000 kcal/kg（木質チップ）。2500kcal/kg以下の場合は、事前燃焼テストが必要です。               |  |  |  |  |  |  |
| ボイラーの形式                                                                  | 1.5t/h蒸気ボイラ（貫流ボイラ0.5t/h + 廃熱ボイラ1.0t/h）5.0 t/h蒸気までの製作が可能です。        |  |  |  |  |  |  |
| 必要な補機類                                                                   | 排ガス処理設備として、RPF等の廃棄物由来燃料の場合は、サイクロンとバグフィルターを装備します。                  |  |  |  |  |  |  |
| 適用される法規                                                                  | 廃掃法：ばい煙発生装置の届出<br>消防法：ボイラ設置届出、燃料貯蔵届出<br>すべて届出でよく、許可の必要な設備には該当しない。 |  |  |  |  |  |  |
| 環境アセスメント要否                                                               | ボイラで設置できれば、環境アセスメントの必要はありません。<br>* 焼却炉扱いになるとアセスメントが必要になる場合があります。  |  |  |  |  |  |  |
| 納入実績                                                                     | 木質チップ（建廃） 11件 間伐材 2件 RPF 4件                                       |  |  |  |  |  |  |
| その他注意事項など                                                                | 蒸気発生量 1. 5t/h 蒸気は、2級ボイラー技士免許有資格者が必要です。これ以上の場合は、1級ボイラ技士免許が必要です。    |  |  |  |  |  |  |
| * ご協力いただきまして誠にありがとうございました                                                |                                                                   |  |  |  |  |  |  |

| 令和３年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業<br>(乾式メタン発酵施設を活用したごみ処理広域化におけるエネルギー自立型中継施設の実証) |  |                                                                               |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| * バイオマスボイラーに関する調査シート                                                     |  |                                                                               |  |  |  |  |  |
| 弊社が実施いたします実証事業にご協力いただき誠にありがとうございます。差支えのない範囲でご回答いただきたく、お願い申し上げます。         |  |                                                                               |  |  |  |  |  |
| 企業名                                                                      |  | 株式会社M                                                                         |  |  |  |  |  |
| ご回答者所属                                                                   |  | 代表取締役                                                                         |  |  |  |  |  |
| ご回答者氏名                                                                   |  | A様                                                                            |  |  |  |  |  |
|                                                                          |  |                                                                               |  |  |  |  |  |
| 調査項目                                                                     |  | ご回答                                                                           |  |  |  |  |  |
| 保有するボイラーの形式                                                              |  | 回転燃焼方式                                                                        |  |  |  |  |  |
| 対象とする燃料の種類                                                               |  | 木質チップ・ペレット・RPF・RDF・有機汚泥・畜糞・etc                                                |  |  |  |  |  |
| 対象となる燃料の形状                                                               |  | 粉体・チップ・ペレット（燃焼器規模により、大きさ要求あり）<br>（小型機：15Φ30mm以下<br>348kw型以上：15～30φ、50～80mm）   |  |  |  |  |  |
| 使用可能な燃料の最低熱量<br>（助燃材未使用時）                                                |  | 2,600kcal/kg（灰分が多い物や、熱量が有りそうでもガス化成分が無い場合等有：事前燃焼試験が必用）、熱量だけでは不明な場合がある          |  |  |  |  |  |
| ボイラーの形式                                                                  |  | 蒸気ボイラー：還流ボイラー<br>温水ボイラー：無圧型ボイラー                                               |  |  |  |  |  |
| 必要な補機類                                                                   |  | 燃料供給器・熱交換器・循環ポンプ・サイクロン集塵器・煙突<br>蒸気ボイラー時：軟水器・薬注器・給水ポンプ・蒸発缶・エコノマイザー・サイクロン集塵器・煙突 |  |  |  |  |  |
| 適用される法規                                                                  |  | 大気汚染防止法、消防法、労働安全衛生法、建築基準法                                                     |  |  |  |  |  |
| 環境アセスメント要否                                                               |  | 不要（バイオマスボイラーとして使用する場合）                                                        |  |  |  |  |  |
| 納入実績                                                                     |  | 多数（汚泥、食品廃棄物、RPF、RDFなど）                                                        |  |  |  |  |  |
| その他注意事項など                                                                |  | 蒸気発生量によりボイラー技士免許有資格者が必要<br>原料に塩基類含まれる場合、ダイオキシン類対策特別措置法対応が必要になる。               |  |  |  |  |  |
|                                                                          |  |                                                                               |  |  |  |  |  |
| * ご協力いただきまして誠にありがとうございました                                                |  |                                                                               |  |  |  |  |  |

## 2.2.7 実証試験施設からの発酵残渣乾燥物での燃焼試験結果

実証試験施設で生成したメタン発酵残渣乾燥物を供試原料として、燃焼試験を行なった。燃焼は流動床方式で行い、各種運転データを採取した。

### (1) 流動床式燃焼炉の概要

流動床式燃焼炉の概要を以下に示す。

砂を充填した炉内下部から空気を吹き込み、バイオマス燃料を燃焼させ、炉内の排ガスをサイクロン、冷却塔、集塵装置（バグフィルター）にて除塵後、大気放出させる。

バイオマスボイラーとして使用する場合は、炉内排ガスの熱を煙管式の熱交換器で水と熱交換し、蒸気を発生させる。参考フロー図を図 2.2.7.1 に示す。

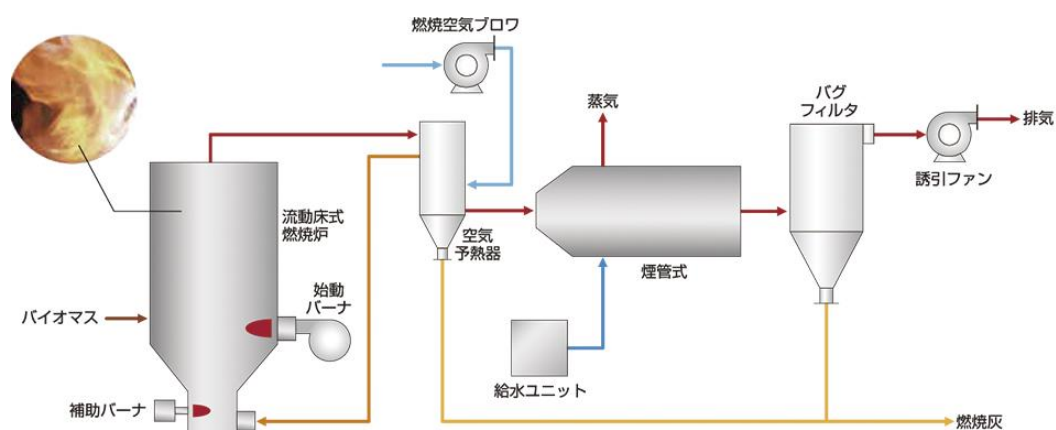


図 2.2.7.1 バイオマスボイラー（メーカーカタログより引用）

### (2) 試験の概要

- ・試験実施日時 2022 年 3 月 23 日～24 日
- ・試験場所 試験委託先専門メーカー 静岡工場で実施した。
- ・実証試験施設からの発酵残渣乾燥品を供試原料とし、燃焼試験を実施した。

試験装置の概略フローを図 2.2.7.2 に示した。

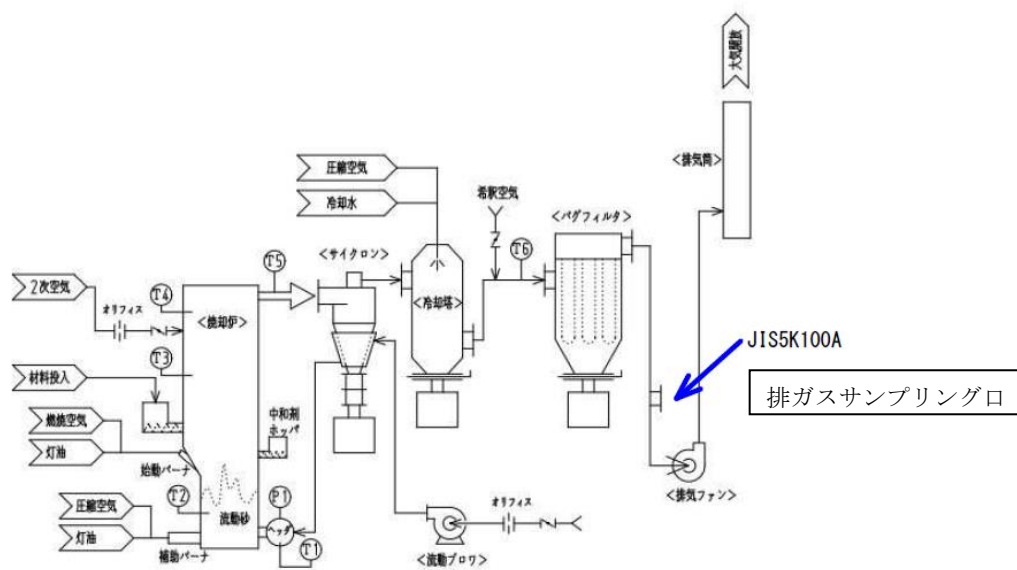


図 2.2.7.2 試験装置フロー

### (3) 試験結果と考察

試験結果（データ）を表 2.2.7.1 に示す。

表 2.2.7.1 試験結果（データ）

| No. | 項 目               |      | 単位                  | Run. 1       | Run. 2      | 備 考       |
|-----|-------------------|------|---------------------|--------------|-------------|-----------|
|     | 燃焼試験実施日           |      |                     | 2022. 3. 23  | 2022. 3. 24 |           |
| 1   | 供試原料              |      |                     | メタン発酵残渣（乾燥品） |             | ※実証試験施設より |
|     |                   | 水分   | %W. B               | 16. 6        |             |           |
|     |                   | 熱灼減量 | %W. B               | 58. 6        |             |           |
| 2   | 運転時間              |      | min/回               | 385          | 375         |           |
| 3   | 材料投入量             |      | kg/回                | 307. 5       | 360. 0      | 各 Run 合計  |
| 4   | 流動空気圧             |      | kPaG                | 6. 0～7. 0    | 6. 0～7. 0   |           |
| 5   | 流動空気風量(at500℃)    |      | m <sup>3</sup> /min | 5. 9～11. 6   | 7. 0～13. 5  |           |
| 6   | 二次燃焼空気風量(at20℃)   |      | m <sup>3</sup> /min | 2. 2～3. 2    | 2. 2～4. 5   |           |
| 7   | 炉内圧               |      | kPaG                | －0. 3～－0. 4  | －0. 1～－0. 3 |           |
| 8   | 灯油流量(補助バーナ)       |      | L/h                 | 11. 0→0. 0   | 10. 0→0. 0  | 初期立上時使用   |
| 9   | 集塵装置<br>(サイクロン)   | 回収量  | kg/回                | 40. 0        | 68. 5       | 各 Run 合計  |
|     |                   | 対原料比 | %                   | 13. 0        | 19. 0       |           |
|     |                   | 熱灼減量 | %                   | 未測定          | 0. 5        | 加重平均値とした  |
| 10  | 集塵装置<br>(バグフィルター) | 回収量  | kg/回                | 24. 7        | 4. 5        | 各 Run 合計  |
|     |                   | 対原料比 | %                   | 8. 0         | 1. 3        |           |
|     |                   | 熱灼減量 | %                   | 未測定          | 5. 0        | 加重平均値とした  |
| 11  | 燃焼炉               | 排気温度 | ℃                   | 241～361      | 272～405     |           |
|     |                   | 上部温度 | ℃                   | 333～618      | 409～688     |           |
|     |                   | 中部温度 | ℃                   | 374～618      | 463～782     |           |
|     |                   | 砂層温度 | ℃                   | 686～788      | 644～904     |           |
| 12  | 流動化空気温度           |      | ℃                   | 47. 2～89. 6  | 65. 0107. 3 |           |
| 13  | バグフィルター入口温度       |      | ℃                   | 119～136      | 117～155     |           |

まず、乾燥物単独で自然できる事を確認した。一方、集塵装置での回収物量(燃焼残渣量)は投入原料に対して、Run. 1 で 21. 0%、Run. 2 で 20. 3%であり、一般可燃ごみの焼却残渣量と比較して約 2 倍量となっている。これは、原料中の燃焼しない灰分が多いためと考えられる。

なお、今回の試験では、燃焼炉出口排ガス温度が計画予定値 750℃に対して、400℃程度までしか上昇しなかった。理由として以下が考えられた。

- ・水分が低く、炉床で燃焼してしまうことで気化ガスが炉内中間ゾーンで完全燃焼に至らず排気温度が上昇しづらかった。
- ・乾燥物の灰分が多く、運転していく中で砂層高が増していく傾向があり、流動形成に影響が出た。

本試験結果から、実証事業においては次年度以降採取予定の発酵残渣の性状分析結果（発熱量、灰分量など）をふまえ、バイオマスボイラー入口燃焼排ガス温度が 750～800℃として運転可能な条件を決定する必要がある事を確認した。

#### （４）燃焼ガス分析結果

３月 24 日に実施した発酵残渣乾燥物燃焼試験における燃焼排ガスの分析結果(実測値)を表 2.2.7.2 に示す。

表 2.2.7.2 燃焼排ガス分析結果

| 項 目                        | 単 位               | 結 果     |
|----------------------------|-------------------|---------|
| ばいじん                       | g/m <sup>3</sup>  | 0.00800 |
| 窒素酸化物濃度 (NO <sub>x</sub> ) | ppm               | 88      |
| 硫黄酸化物濃度 (SO <sub>x</sub> ) | ppm               | 570     |
| 塩化水素 (HCl)                 | mg/m <sup>3</sup> | 150     |

#### （５）エネルギー収支及び熱収支バランスについて

今回の燃焼試験での、熱収支バランスシートを図 2.2.7.3 に示す。

発酵残渣乾燥物の発熱量が 12,613kJ/kg、含水率 15%とした場合の燃焼炉出口ガス温度は約 415℃となった。燃焼炉出口ガス温度が 750℃で運転できた場合、供試原料 1.0ton 当り、蒸気が 1.3～2.0ton 程度回収できる試算結果となる。

焼却炉出口ガス温度は乾燥物中の熱灼減量割合による。割合が高くなると温度も高くなる。実証事業では、今回の試験で使用した乾燥物と性状が異なると予想され、熱灼減量割合は高くなる見込みである。次年度以降、実証試験施設で発生する発酵残渣の分析を行い、データを蓄積し、解析と試算を行う。

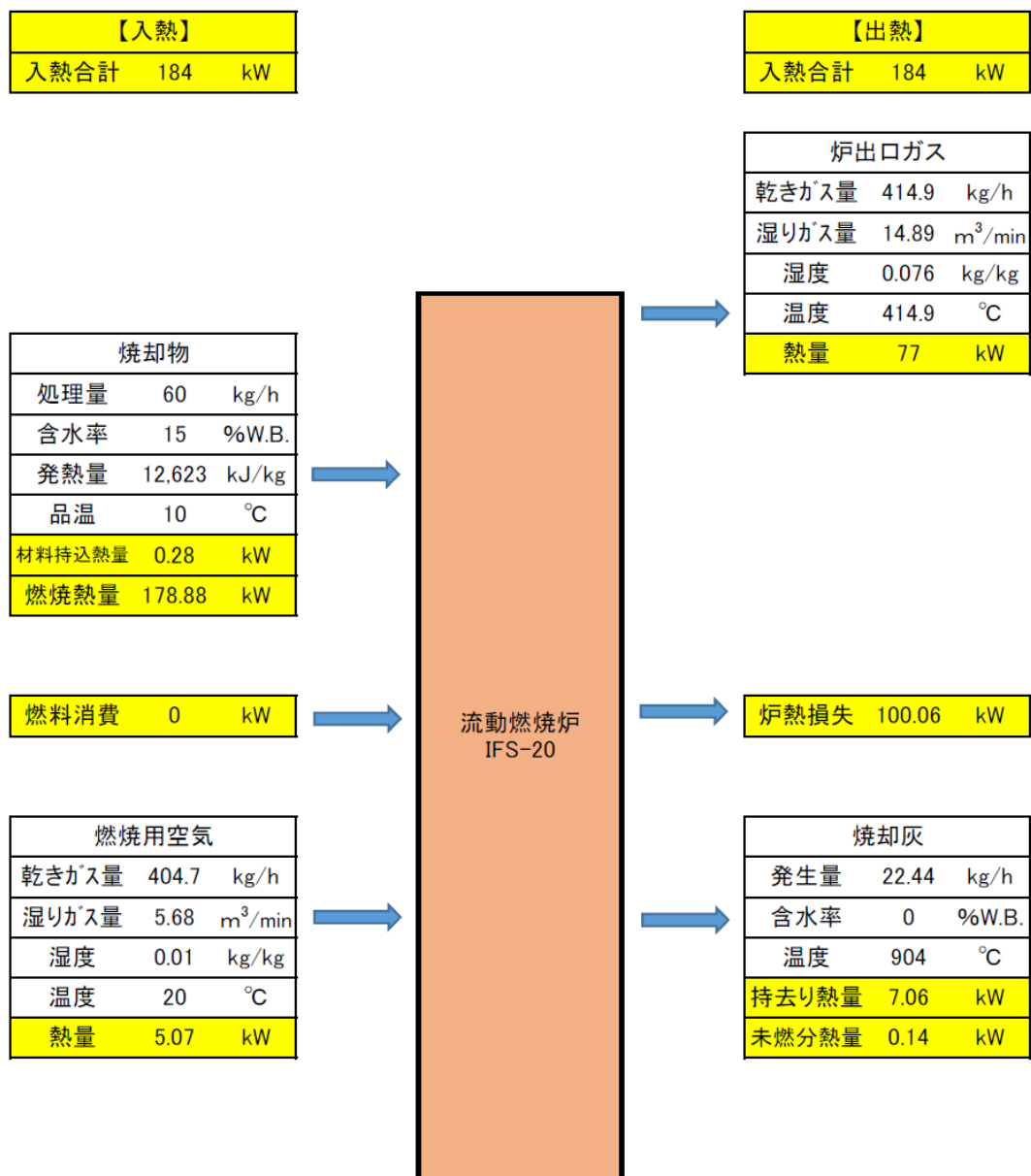


図 2. 2. 7. 3 燃焼試験熱収支バランスシート



(5) 燃焼試験に関する写真

|                                                                                    |                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 試験機外観 (1) 燃焼炉                                                                      | 燃焼炉内部 燃焼状態                                                                           |
|   |    |
| 試験機外観 (3) サイクロン                                                                    | 集塵機(サイクロン)ダスト排出口                                                                     |
|  |  |

|                                                                                     |                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 試験機外観 冷却器                                                                           | 試験機外観 (バグフィルター)                                                                      |
|    |    |
| バグフィルター下部排出口                                                                        | 排ガス測定中                                                                               |
|   |   |
| 供試原料：発酵残渣（乾燥品）                                                                      | 集塵装置（サイクロン）回収品                                                                       |
|  |  |
| ・実証試験施設より採取した、発酵残渣（乾燥品）。                                                            | ・外見は、茶褐色であり、供試原料中の鉄系凝集剤の影響と思われる。                                                     |

|                                                                                   |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--|
| 集塵装置（バグフィルター）ダスト                                                                  |  |
|  |  |
| ・サイクロンでの回収品に比べ細かい                                                                 |  |



- ・サイクロンでの回収品に比べ細かい

#### 2.2.8 乾燥物のバイオマスボイラー燃料への適用に関するペレット化技術の調査結果

3社にヒアリングを実施した。本事業に類似した乾燥汚泥のペレット化に関する検討は、1社で実施した実績があり、ペレット化は可能であった。不適物は金属、ガラス、陶磁器などスクリーに噛みこむ問題の発生は考えられる成分であった。  
次ページ以降に調査結果を示した。

| 令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業<br>(乾式メタン発酵施設を活用したごみ処理広域化におけるエネルギー自立型中継施設の実証) |  |                                                                                    |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| *ペレット化装置に関する調査シート                                                        |  |                                                                                    |  |  |  |  |  |  |  |
| 弊社が実施いたします実証事業にご協力いただき誠にありがとうございます。差支えない範囲でご回答いただきたく、お願い申し上げます。          |  |                                                                                    |  |  |  |  |  |  |  |
| 企業名                                                                      |  | 株式会社 小熊鉄工所                                                                         |  |  |  |  |  |  |  |
| ご回答者所属                                                                   |  | 営業                                                                                 |  |  |  |  |  |  |  |
| ご回答者氏名                                                                   |  | 上野伸洋                                                                               |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                          |  |                                                                                    |  |  |  |  |  |  |  |
| 調査項目                                                                     |  | ご回答                                                                                |  |  |  |  |  |  |  |
| 保有するペレット化装置の形式                                                           |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・二軸式廃プラスチック減容固化機</li> <li>・脱水固化機</li> </ul> |  |  |  |  |  |  |  |
| 対象とする原料の種類                                                               |  | 木質チップ、乾燥汚泥、紙、畳、廃プラ、シクロウレタン、紙おむつ、サイディングボード、シュレッターダスト、パルパー粕、ペーパースラッジ                 |  |  |  |  |  |  |  |
| 対象となる原料の形状、性状                                                            |  | 破碎粒度；50mm以下（破碎粒度が細かいほうが成形しやすい）                                                     |  |  |  |  |  |  |  |
| ペレット化に必要な動力                                                              |  | RPF；11kw/0.07(ton/hr)～315kw/2(ton/hr)<br>*カタログ値                                    |  |  |  |  |  |  |  |
| ペレット化の方式                                                                 |  | 二軸押出成形                                                                             |  |  |  |  |  |  |  |
| 必要な補機類                                                                   |  | 原料が大きい場合、破碎機<br>磁選機、定量供給機、冷却コンベア                                                   |  |  |  |  |  |  |  |
| 適用される法規                                                                  |  | なし                                                                                 |  |  |  |  |  |  |  |
| 環境アセスメント要否                                                               |  | なし                                                                                 |  |  |  |  |  |  |  |
| 納入実績                                                                     |  | RPF、パルパー粕、シクロウレタン、シュレッターダスト                                                        |  |  |  |  |  |  |  |
| その他注意事項など                                                                |  | 金属、非金属、陶磁器、ガラス、土砂の投入不可。泥さいが発生しているものの脱水は不可                                          |  |  |  |  |  |  |  |

| 令和３年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業<br>(乾式メタン発酵施設を活用したごみ処理広域化におけるエネルギー自立型中継施設の実証) |  |                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| *ペレット化装置に関する調査シート                                                        |  |                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |
| 弊社が実施いたします実証事業にご協力いただき誠にありがとうございます。差支えない範囲でご回答いただきたく、お願い申し上げます。          |  |                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |
| 企業名                                                                      |  | 株式会社M鐵工所                                                            |  |  |  |  |  |  |  |
| ご回答者所属                                                                   |  | 設計部                                                                 |  |  |  |  |  |  |  |
| ご回答者氏名                                                                   |  | A様                                                                  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                          |  |                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |
| 調査項目                                                                     |  | ご回答                                                                 |  |  |  |  |  |  |  |
| 保有するペレット化装置の形式                                                           |  | 多目的造粒機（２ローラー、３ローラー）                                                 |  |  |  |  |  |  |  |
| 対象とする原料の種類                                                               |  | 一般可燃ごみ、木くず、紙、廃プラスチック、わら・牧草、飼料                                       |  |  |  |  |  |  |  |
| 対象となる原料の形状、性状                                                            |  | 大きさ；30mm以下（これ以上のものは破碎処理）<br>性状；金属、陶磁器、ガラスなどの異物混入は不可。水分が多い場合、成形できない。 |  |  |  |  |  |  |  |
| ペレット化に必要な動力                                                              |  | 原料性状による。<br>プラスチックの場合、約100kwh/原料ton                                 |  |  |  |  |  |  |  |
| ペレット化の方式                                                                 |  | 押出成形                                                                |  |  |  |  |  |  |  |
| 必要な補機類                                                                   |  | ・原料ホッパ、移送コンベヤなど<br>・原料形状が大きい場合、破碎機                                  |  |  |  |  |  |  |  |
| 適用される法規                                                                  |  | なし                                                                  |  |  |  |  |  |  |  |
| 環境アセスメント要否                                                               |  | 基本的に不要                                                              |  |  |  |  |  |  |  |
| 納入実績                                                                     |  | プラスチック、RPF、RDF、飼料など多数                                               |  |  |  |  |  |  |  |
| その他注意事項など                                                                |  | 金属、ガラス、陶磁器などは受入れ負荷                                                  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                          |  |                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |
| * ご協力いただきまして誠にありがとうございました                                                |  |                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |

| 令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業<br>(乾式メタン発酵施設を活用したごみ処理広域化におけるエネルギー自立型中継施設の実証) |                                                                                          |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| *ペレット化装置に関する調査シート                                                        |                                                                                          |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 弊社が実施いたします実証事業にご協力いただき誠にありがとうございます。差支えない範囲でご回答いただきたく、お願い申し上げます。          |                                                                                          |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 企業名                                                                      | K工業株式会社                                                                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ご回答者所属                                                                   | 技術部                                                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ご回答者氏名                                                                   | B様                                                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 調査項目                                                                     | ご回答                                                                                      |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 保有するペレット化装置の形式                                                           | スクリー式成形機                                                                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 対象とする原料の種類                                                               | 廃プラスチック、可燃ごみ、古紙、廃木材、シュレッダーダスト                                                            |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 対象となる原料の形状、性状                                                            | 大きさ；50mm以下（これ以上のものは破碎処理）                                                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ペレット化に必要な動力                                                              | 原料性状による。<br>廃プラスチックの場合、約100kwh/原料ton                                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ペレット化の方式                                                                 | スクリー押出成形                                                                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 必要な補機類                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>原料ホッパ、移送コンベヤなど</li> <li>原料形状が大きい場合、破碎機</li> </ul> |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 適用される法規                                                                  | なし                                                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 環境アセスメント要否                                                               | 不要                                                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 納入実績                                                                     | プラスチック、RPF、RDF、飼料など多数                                                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |
| その他注意事項など                                                                | 金属、ガラス、陶磁器などは受入れ負荷                                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *ご協力いただきまして誠にありがとうございました                                                 |                                                                                          |  |  |  |  |  |  |  |  |



## 2.2.9 発酵残渣乾燥物を供試原料としたペレット化の試験結果

### (1) 試験方法

まず、小型の試験機(RPF 製造能力として 0.1 トン/hr)でペレット化の条件を確認し、その条件にて大型の試験装置(RPF 製造能力として 1.0 トン/hr)で試験を行った。ペレット化試験装置の模式図を図 2.2.9.1 に示した。

原料は二軸のスクリーでダイスプレート側に押し込まれ、ノズルから排出される。

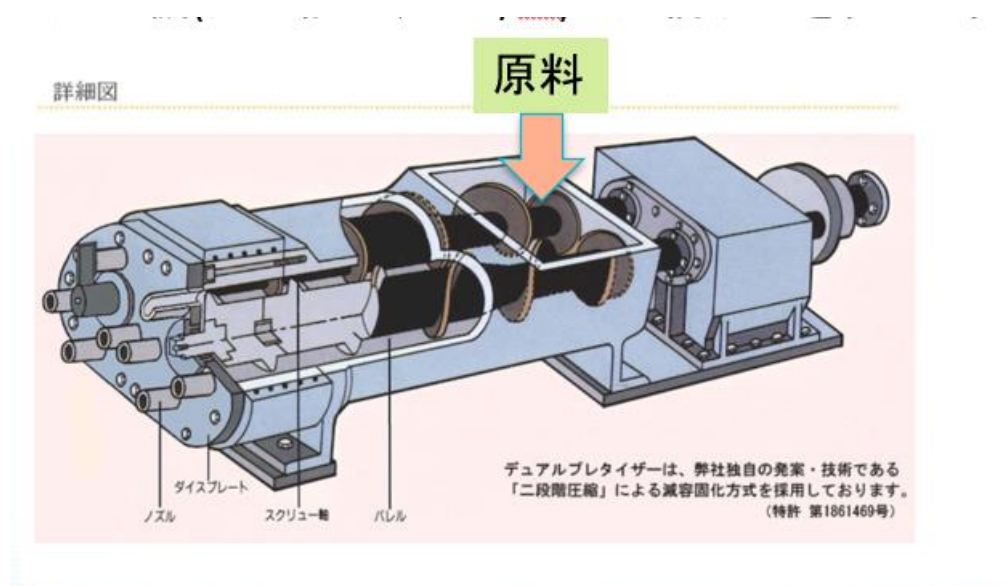


図 2.2.9.1 ペレット化試験装置の模式図

### (2) 小型試験機でのペレット化条件の検討

試験条件および試験結果を表 2.2.9.1 に示した。ペレット化には①水分量、②ノズル長さ、が条件であり、水分が少ないと成形物ができない、ノズル長さが長いと圧密が起こり、成形物が出てこない、ことが確認できた。

### (3) 大型試験機でのペレット化試験

小型試験の条件 6 を試験条件として成形試験を行った。ノズル径は 25mm、ノズル長さは 40mm とした。ペレットは形成されたが、中心部のノズルでは、閉塞が生じた。これは、二軸の押出スクリーの圧力が一番かかる箇所であることが理由である。実機化を行う場合、この位置にノズルを設けない事も考えられる（メーカーの見解）。

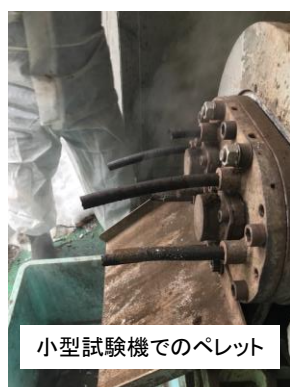


表 2. 2. 9. 1 ペレット化試験条件とその結果

| 項目                | 条件 1  | 条件 2 | 条件 3 | 条件 4 | 条件 5 | 条件 6 |
|-------------------|-------|------|------|------|------|------|
| 原料条件              | 乾燥物のみ | 加水   | 加水   | 加水   | 加水   | 加水   |
| 乾燥物重量(kg)         | 10    | 10   | 10   | 10   | 20   | 20   |
| 加水重量(kg)          | 0     | 1    | 3    | 2    | 5    | 6    |
| 原料含水率(%)          | 7     | 未測定  | 28   | 23   | 30   | 27   |
| ノズル長さ<br>(mm)     | 58    | 58   | 58   | 30   | 30   | 30   |
| ノズル数量<br>(内径15mm) | 7     | 7    | 7    | 7    | 7    | 7    |
| ペレット化後<br>含水率(%)  | 未測定   | 未測定  | 未測定  | 18   | 25   | 19   |
| 判定                | ×     | ×    | ×    | ○    | ○    | ○    |

#### (4) 試験時の写真

試験機、ペレットの写真を以下に示した。



(5) まとめ

- ①ペレット形成には水分が影響する。
- ②含水率が 25%前後でペレットが形成した
- ③安定したペレット形成には、ダイスプレート、ノズル径・長さなどの条件を詰める必要がある

## 2.2.10 熱量補助剤としての廃食油の適用における廃食油の性状の基礎データの収集及び市場流通状況等についての調査結果

### (1) 廃食油の基礎データ

揚げ物用に使用された廃食油 2 種類を入手し、その物性を測定した。結果を表 2.2.10.1 に示した。

表 2.2.10.1 廃食油の分析結果

| 試料名  | pH  | 水分   | 強熱減量 | K     | 塩化物イオン | Na    | 発熱量   |
|------|-----|------|------|-------|--------|-------|-------|
|      |     | %    | %    | mg/kg | mg/kg  | mg/kg | MJ/kg |
| 処理前A | 6.3 | <0.1 | 100  | 286   | 150    | 727   | 41.4  |
| 処理前B | 5.2 | <0.1 | 100  | 213   | 55     | 550   | 41.1  |

水分はほぼなく、発熱量はA重油(42～46MJ/kg)とほぼ同等であった。K(カリウム)、塩化物イオン、Na(ナトリウム)は揚げ物に使用された調味料由来である。

発熱量からみて、メタン発酵残渣乾燥物の熱量補助剤として使用可能であると判断する。

### (2) 乾燥物との混合物の分析結果

乾燥品と廃食油の混合物の分析結果を表 2.2.10.2 に示した。廃食油の添加割合は乾燥物に対して、10%、30%、50%とした。当然ながら廃食油の混合量を多くすることで発熱量は大きくなる。

表 2.2.10.2 乾燥物と廃食油の混合物分析結果

| 試料名              | 水分  | 強熱減量 | TKN   | NH4N  | K     | 塩化物イオン | Na    | 低位発熱量 | 高位発熱量 |
|------------------|-----|------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| 単位               | %   | %    | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg  | mg/kg | kJ/kg | kJ/kg |
| 発酵残渣乾燥物          | 2   | 57.9 | 28000 | 210   | 4310  | 2200   | 13600 | 12016 | 12623 |
| 発酵残渣乾燥物 廃食油10%添加 | 2   | 62   | 26000 | 130   | 4160  | 1700   | 12900 | 14259 | 15010 |
| 発酵残渣乾燥物 廃食油30%添加 | 1.4 | 67.5 | 21000 | 88    | 3470  | 1300   | 10400 | 17071 | 18057 |
| 発酵残渣乾燥物 廃食油50%添加 | 2.8 | 68.2 | 19000 | 65    | 3230  | 1000   | 9600  | 19118 | 20142 |

### (3) 市場の動向

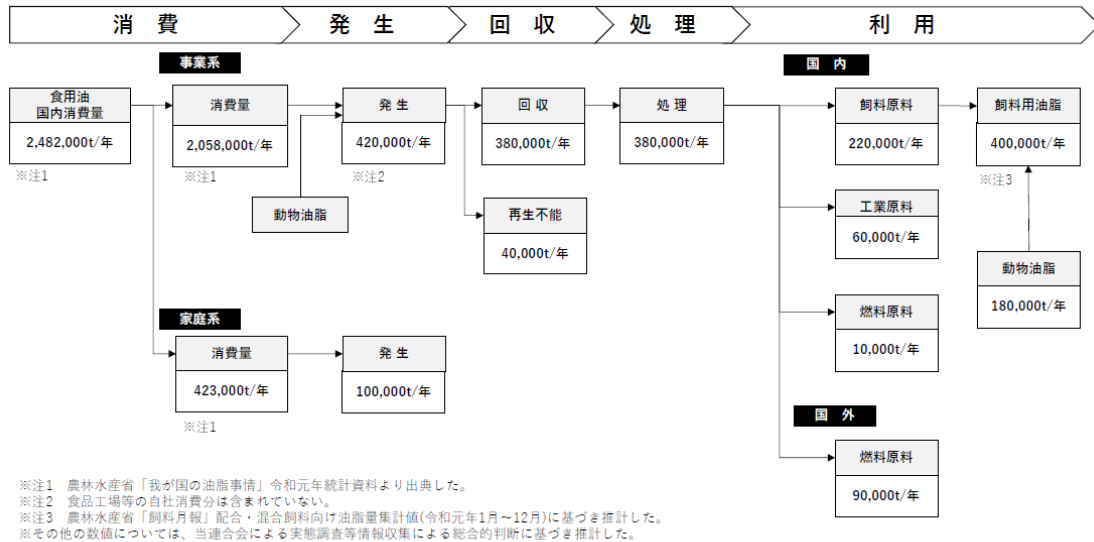
全国油脂事業協同組合連合会にヒアリングを行った。結果を以下に示す。

①令和2年度のUCオイルリサイクルの流れ(全国油脂事業協同組合連合会HPより抜粋)

＊飲食店や食品工場で使用済みまたは賞味期限切れなどで廃棄された食用油を世界的に「UCオイル」(通称:UCO)という。

# UCオイルのリサイクルの流れ図(令和2年度版)

令和3年3月  
全国油脂事業協同組合連合会 作成



消費量は248万トン、事業系が約83%、家庭系が約17%であった。回収量は約38万トンであった。回収したUCオイルは飼料原料、工業原料、燃料原料として利用されている。

## (4) ヒアリング結果

### ①発生量

コロナの影響により外食産業で減少気味だが、持ち帰り総菜用でそれなりの水準を維持している（H29年度；約53万トン/年、R2年度；約48万トン/年）。

### ②引取り

無償、または有価で引取る。引取り価格は精製品の価格上昇の影響から、上昇傾向にある。

### ③精製品の需要

特に燃料用として海外向けが伸長している。

（H29年度；約6万トン/年、R2年度；約9万トン/年）

### ④販売価格

- ・飼料向け；R1年度に対して現状、約1.5倍(90円/L)
- ・燃料向け；R1年度に対して現状、約1.5倍(110～120円/kg)
- \* バイオ燃料向けとして、特にEUで需要が増加している

### ⑤新たな取り組み

現在、利活用が困難な「グリーストラップ」の燃料化検討を開始した。

## (5) まとめ

廃食油の物性測定を行い、発熱量からメタン発酵残渣乾燥物固形燃料の補助剤として使用可能であることを確認した。

一方、価格が高騰しており、使用量に如何で施設の運営費に影響が出る事も確認した。必要な情報は得られたため、本件に関する調査は今年度で終了する。

### 3. 令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業審査等委員会での報告

令和4年2月10日に開催された実証事業審査等委員会にて実証事業の内容、進捗状況について報告を行った。以下の意見、アドバイスがあった。事業の検討、報告内容に反映させる。

- ◆ 中継所の設置については、いくつかの事例を聞くことがあるが、その目的はごみの収集・運搬に係る効率化、ごみ収集車交通量の低減、CO<sub>2</sub>排出量の低減、地元対策など様々である。例えば、当初から中継施設を計画し設置する例、また広域化に伴って処理施設が集約化・一本化され、輸送の効率化と一本化した施設周辺の地元対策、交通量対策として廃止した処理施設を活用して中継施設とする例などもある。したがって、目的により中継施設の規模、敷地の広さ、設備構成などが異なっており、本実証事業を適用する中継施設の具体像を提示することが必要である。また、住民合意の取得、設置に際しての法の規制や手続きなど、設置に至る過程で生ずる課題も整理していただければと思う。
- ◆ 机上検討の内容と実施施設の対応関係をわかるように整理すること。
- ◆ 実証事業の内容を具体的に示すこと。今回の説明だと分析だけを行う印象がぬぐえない。
- ◆ 今年度の成果については、明確なものはないと思われる。
- ◆ 実際に中継施設における実験に基づく実証でないとのことであるので、この面で事業内容としての要件からずれるのではないかとと思われる。
- ◆ 寄居の施設の運転状況に左右されたと思われるが、やや取り掛かりが遅いように感じる。そもそも寄居のみの組成で一般化できるかどうかは微妙であり、少し広く検討をいただきたい。
- ◆ 具体的な施設設計、敷地立地図などを検討して環境保全策を十分検討すべき。

### 4. 令和3年度廃棄物処理システムにおける脱炭素・省CO<sub>2</sub>対策普及促進方策検討委託業務ヒアリング等への協力

#### (1) 検討会への参加

令和4年1月20日 第2回検討会

令和4年3月8日 第3回検討会

#### (2) ヒアリングへの協力

事務局からの依頼について、適宜、資料提供、質問、確認事項に対して回答を行った。

## 5. 令和3年度事業実施結果のまとめ

### 5.1 エネルギー自立型中継施設

エネルギー自立型中継施設の定義を以下とした場合、今年度の事業で以下の見通しを得た。

#### 【エネルギー自立型中継施設の定義】

メタン発酵施設で発生・回収した利用可能なエネルギー＞中継施設で消費するエネルギー

実証試験施設の運転データを解析し、エネルギー自立が達成できていることを確認した。この結果を踏まえ、実証事業における縦型乾式メタン発酵施設に関し、試算条件の見直しは現時点ではない。

一方、実証試験施設で発生した発酵残渣乾燥物の燃焼試験において、燃焼ガス温度が熱回収に必要な温度に到達しない事が明らかとなった。実証事業で想定している燃料用乾燥物とは相違があるが、次年度以降、乾燥物の原料となるメタン発酵残渣の発熱量データを蓄積し、乾燥工程でのエネルギー自立に関する検討を行う。

### 5.2 二酸化炭素排出量

実証試験施設の運転データを解析し、二酸化炭素排出量も削減できる事を確認した

## 6. 顕在化した課題

今年度の実証事業において顕在化した課題は以下である。令和4年度、解決に向けた検討を行う。

- ・メタン発酵残渣乾燥処理における夾雑物による乾燥装置の運転

直接、間接加熱とも乾燥工程において絡まり、紙込みによる試験装置停止が発生した。本事業での要点は、メタン発酵残渣を乾燥処理し、乾燥物を燃料として使う事で化石燃料使用量の削減、大規模焼却施設の規模縮減による二酸化炭素排出量とライフサイクルコストの削減を目標にしている。安定処理可能な乾燥方式の決定を目指す。

## **7. 参考資料**

### **7.1 令和 3 年度第 1 回検討会資料、議事録**

令和 4 年 2 月 8 日開催

### **7.2 令和 3 年度第 2 回検討会資料、議事録**

令和 4 年 3 月 1 4 日開催



## 7.1 令和3年度第1回検討会資料



令和3年度  
脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業  
審査委員会

**実証課題名：乾式メタン発酵施設を活用したごみ処理広域化  
におけるエネルギー自立型中継施設の実証**

令和3年7月20日

申請者：栗田工業株式会社

\* 第一回検討会用として審査委員会で説明した資料に一部追記をしております

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.



### 本事業の目的

「一般廃棄物中のバイオマス、非バイオマスを効率よく処理・利活用する事で、  
処理で発生するエネルギー起因の二酸化炭素排出量を削減すると共に、  
廃棄物処理の総事業費を削減し、持続可能な廃棄物処理システムを構築する」



<要点>

- ・縦型乾式メタン発酵技術の活用（排水処理が不要）  
→中継施設への追設によるエネルギー回収・利用  
（エネルギー自立）
- ・メタン発酵残渣の活用（従来は焼却処理）  
→残渣乾燥用燃料として利用  
→広域化焼却施設の規模縮減

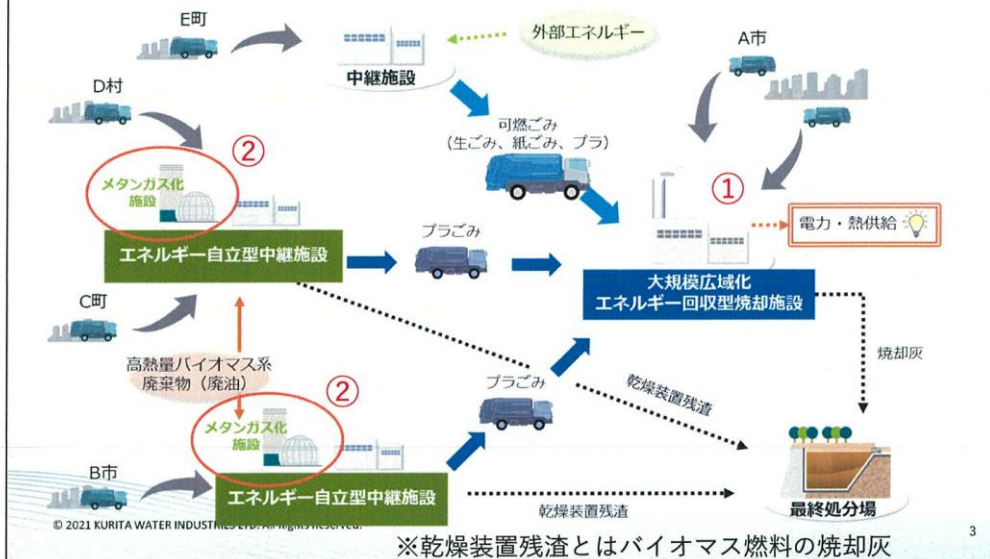
© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

2

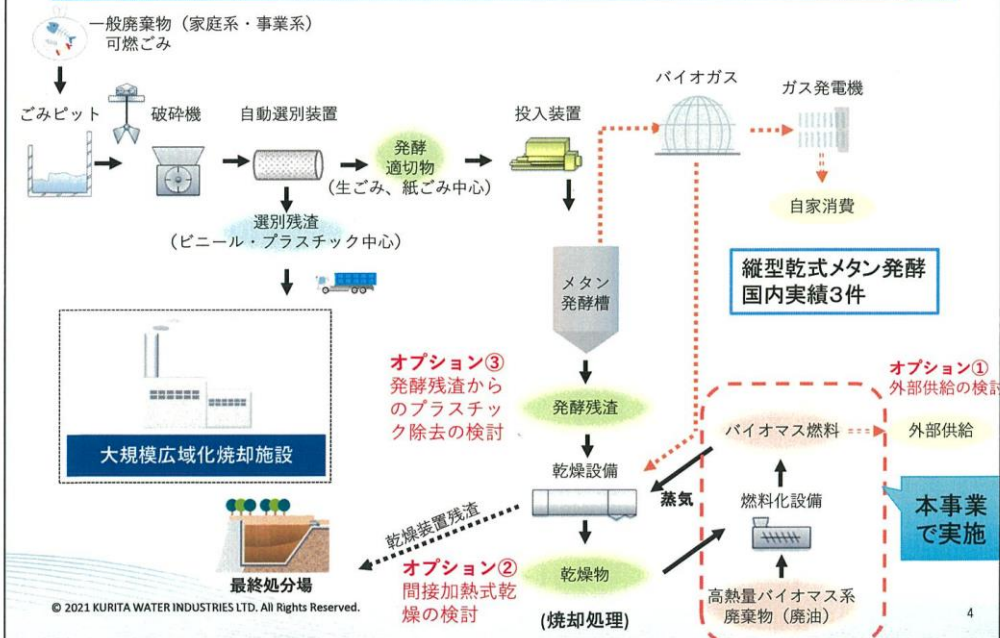
## 1. 実証事業概要 ～本事業のイメージ図～



「大規模広域化推進」と「メタンガス化施設の普及」⇒中継施設の機能強化  
①+②エネルギー自立型中継施設+大規模広域化に取り組めます



## 1. 実証事業概要 ～エネルギー自立型中継施設～



## 2. 実証事業の課題



### 今後の一般廃棄物処理の課題

- ◇人口減少、自治体財政の縮減
- ◇プラ資源循環促進法によりプラごみ減少・ごみ質低下



国の方針：「大規模広域化推進」と「メタンガス化施設の普及」



解決策の一つとして、中継施設の機能強化が必要と考えます

### 本提案

#### 【課題解決に向けた実施内容】

- ①中継施設としてのエネルギー自立型乾式メタン発酵システムを構築する
- ②広域化、中継施設に関するCO<sub>2</sub>排出量を明らかにする
- ③将来のごみ質変化に対応できる中継施設の仕様を明らかにする

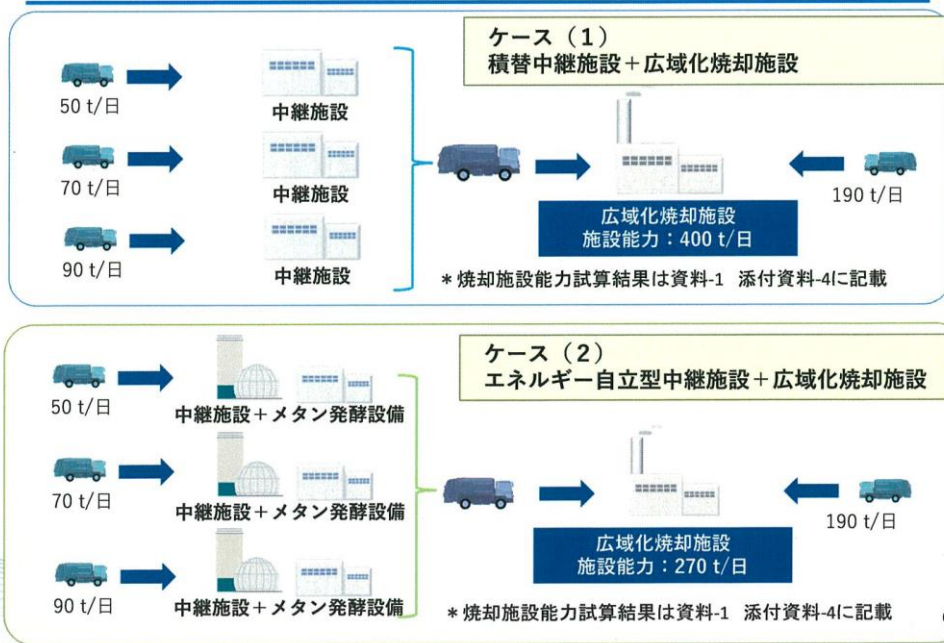


エネルギー自立型中継施設

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

5

## 3. 環境改善効果の検討 ～比較ケース～



6



### 3. 環境改善効果の検討



ケース（１）積替中継施設＋広域化焼却施設

ケース（２）エネルギー自立型中継施設＋広域化焼却施設



#### 「CO<sub>2</sub>排出量の削減効果」「エネルギー使用量の削減効果」

【算出に伴う係数】

各CO<sub>2</sub>排出係数 : 電力 0.470 t-CO<sub>2</sub>/kWh、プラ焼却 2.77 t-CO<sub>2</sub>/t  
出典：環境省 地球温暖化対策事業効果算定ガイドブック  
ごみの組成 : 生ごみ比率40%、紙ごみ31%、プラスチック10%

\* 資料-1 添付資料-5に原料条件、その割合、物性などの与条件を示した

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

7

### 4. 実証事業(ケース(2))のCO<sub>2</sub>排出量削減とLCC試算



#### 1. CO<sub>2</sub>削減検討結果(ケース(1))に対して

| 項目     | 削減量     |
|--------|---------|
| ①輸送    | 76.6    |
| ②プラ類焼却 | 0.0     |
| ③電力消費  | 2,128.8 |
| 計      | 2,205.4 |

ケース（１）に対して  
CO<sub>2</sub>排出量とLCC、  
共に削減できる見込みです

資料-1 添付資料-5の黄色部分

中継基地へのメタン発酵施設併設効果  
が主体(資料-1 添付資料-1の黄色  
部分)

#### 2. LCCの比較

※単位：ton-CO<sub>2</sub>/年

| 費目       | 単位      | ケース（１） | ケース（２） |
|----------|---------|--------|--------|
| 建設費      | 百万円     | 45,670 | 43,456 |
| 20年間運転経費 | 百万円/20年 | 49,496 | 49,945 |
| 合計       | 百万円     | 95,166 | 93,401 |

メタン発酵施設を追設しても、広  
域焼却炉の処理規模が低減され  
ることで、建設費が削減され  
る(資料-1 添付資料-2の黄色  
部分)

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

8

## 5. 事業計画 ～実証事業スケジュール～



|                          | 令和3年度（2021年度） |       |       |       | 令和4年度（2022年度） |       |       |       |
|--------------------------|---------------|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|
|                          | 第1四半期         | 第2四半期 | 第3四半期 | 第4四半期 | 第1四半期         | 第2四半期 | 第3四半期 | 第4四半期 |
| 1.全体計画の作成                |               |       |       | ↔     |               |       |       |       |
| 2.試験協力先の準備               |               |       | ↔     |       |               |       |       |       |
| 3.実証試験施設の運転              |               |       |       | ↔     | ↔             | ↔     |       |       |
| 4.各種性状分析<br>（原料、残渣、燃料）   |               |       |       | ↔     | ↔             | ↔     |       |       |
| 5.発酵残渣乾燥物（燃料化）の燃焼性確認     |               |       |       | ↔     | ↔             | ↔     |       |       |
| 6.CO <sub>2</sub> 排出量の算出 |               |       |       |       |               |       | ↔     | ↔     |
| 7.中継施設の基本設計              |               |       |       |       |               |       | ↔     | ↔     |
| 8.試験結果まとめ                |               |       |       | ↔     |               |       |       | ↔     |

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

9

## 6. 事業終了後の展開策



### 横展開

本実証事業によって、「エネルギー自立型中継施設」の価値を確認する

- ◆経済的側面 全体事業（焼却炉含む）としてのコスト
- ◆技術的側面 全体事業とエネルギー自立型中継施設でCO<sub>2</sub>排出量

一般廃棄物焼却施設の広域化を促進させる

### 出口戦略

1. 実証事業で残された事業化への課題検討・対応
2. 実証事業の実績報告書等を活用した広報活動
3. 大規模広域化エネルギー自立型中継施設検討を行う自治体への提案活動

### 普及見込み

中継施設でのエネルギー自立（電力・熱）⇒災害時にも地域廃棄物処理が可能  
充電用コンセントと温水を提供

2030年度以降

大規模広域+エネルギー自立型中継施設

毎年1件程度普及する見込み

© 2021 KURITA

10



## 参考 住民受容の問題と全体システムの設計



### 1. 住民受容の問題

メタン発酵設備については、ガス漏れに対する安全性、臭気対策について技術的に問題ないことを丁寧に説明し、自治体と協力して住民に対する啓蒙活動も必要と考えている。

これらは事業化課題として検討する予定です。

### 2. プラスチックの資源循環も視野に入れた全体システム設計

容リプラ・製品プラが分別回収されリサイクルに回る場合に、その回収率の程度に応じて事業効果がどのような結果になるのか、実証事業の期間中に想定し、実証事業後の事業化課題として考察する。



## 参考 乾式メタン発酵の納入実績（国内）



| No. | 採用先       | 施設受入量      | メタン発酵<br>投入量 | 原料の種類          | 立上   | メタン発酵<br>槽容量         |
|-----|-----------|------------|--------------|----------------|------|----------------------|
| 1   | オリックス資源循環 | 36,500 t/y | 27,200 t/y   | 一般廃棄物（家庭系、事業系） | 2021 | 3,800 m <sup>3</sup> |
| 2   | 富士クリーン    | 24,500 t/y | 18,900 t/y   | 一般廃棄物、産業廃棄物    | 2018 | 3,090 m <sup>3</sup> |
| 3   | 穂高広域施設組合  | 3,000 t/y  | 3,000 t/y    | 分別された一般廃棄物     | 2010 | 455 m <sup>3</sup>   |

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

13

## 参考 乾式メタン発酵の納入実績（海外）



| No. | 都市          | 国      | 施設受入量                  | メタン発酵<br>投入量 | 原料の種類       | 立上年  | メタン発酵槽<br>容量             |
|-----|-------------|--------|------------------------|--------------|-------------|------|--------------------------|
| 1   | ギブシュコア      | スペイン   | 40,000 t/y             | 40,000 t/y   | 分別された有機性廃棄物 | 2019 | 2 × 3,000 m <sup>3</sup> |
| 2   | ペーアセ        | ベルギー   | 35,000 t/y             | 35,000 t/y   | 分別された有機性廃棄物 | 2018 | 2,775 m <sup>3</sup>     |
| 3   | ノースヨークシャー   | イギリス   | 320,000 t/y            | 40,000 t/y   | 都市ごみ        | 2017 | 3,150 m <sup>3</sup>     |
| 4   | ブル・カン・プレス   | フランス   | 66,000 t/y & 7,500 t/y | 40,000 t/y   | 都市ごみ、草木類    | 2015 | 3,450 m <sup>3</sup>     |
| 5   | シャニー        | フランス   | 73,000 t/y & 8,000 t/y | 35,000 t/y   | 都市ごみ、草木類    | 2015 | 2 × 1,450 m <sup>3</sup> |
| 6   | ウェイスデルⅡ     | オランダ   | 40,000 t/y             | 40,000 t/y   | 有機性廃棄物      | 2013 | 2,630 m <sup>3</sup>     |
| 7   | ミランダラ       | ポルトガル  | 55,000 t/y             | 10,000 t/y   | 都市ごみ        | 2013 | 750 m <sup>3</sup>       |
| 8   | ウェイスデルⅠ     | オランダ   | 57,000 t/y             | 57,000 t/y   | 産業由来の有機性廃棄物 | 2012 | 3,960 m <sup>3</sup>     |
| 9   | ヘンゲロー       | オランダ   | 50,000 t/y             | 50,000 t/y   | 分別された有機性廃棄物 | 2011 | 3,450 m <sup>3</sup>     |
| 10  | ソウル         | 韓国     | 30,000 t/y             | 30,000 t/y   | 分別された有機性廃棄物 | 2010 | 2,950 m <sup>3</sup>     |
| 11  | レシュノ        | ポーランド  | 50,000 t/y             | 26,000 t/y   | 都市ごみ        | 2010 | 1,990 m <sup>3</sup>     |
| 12  | デンスヴィル      | ベルギー   | 39,000 t/y             | 39,000 t/y   | 分別された有機性廃棄物 | 2009 | 3,150 m <sup>3</sup>     |
| 13  | ケンブテン       | ドイツ    | 18,000 t/y             | 18,000 t/y   | 有機性廃棄物、草木類  | 2009 | 1,200 m <sup>3</sup>     |
| 14  | アリカンテ       | スペイン   | 180,000 t/y            | 30,000 t/y   | 都市ごみ        | 2008 | 2,650 m <sup>3</sup>     |
| 15  | ビトリア        | スペイン   | 120,000 t/y            | 20,000 t/y   | 都市ごみ        | 2006 | 1,770 m <sup>3</sup>     |
| 16  | タラサ         | スペイン   | 25,000 t/y             | 25,000 t/y   | 分別された有機性廃棄物 | 2006 | 1,626 m <sup>3</sup>     |
| 17  | プサン         | 韓国     | 70,000 t/y             | 70,000 t/y   | 分別された有機性廃棄物 | 2005 | 2 × 3,150 m <sup>3</sup> |
| 18  | ミュンスター      | ドイツ    | 80,000 t/y             | 24,000 t/y   | 都市ごみ、産業廃棄物  | 2005 | 1,640 m <sup>3</sup>     |
| 19  | ヒレ          | ドイツ    | 100,000 t/y            | 38,000 t/y   | 都市ごみ、下水汚泥   | 2005 | 2,260 m <sup>3</sup>     |
| 20  | レーオンベルク     | ドイツ    | 30,000 t/y             | 30,000 t/y   | 分別された有機性廃棄物 | 2004 | 2,440 m <sup>3</sup>     |
| 21  | ローマ         | イタリア   | 40,000 t/y             | 40,000 t/y   | 分別された有機性廃棄物 | 2003 | 3,200 m <sup>3</sup>     |
| 22  | ブレヒトⅡ       | ベルギー   | 50,000 t/y             | 50,000 t/y   | 分別された有機性廃棄物 | 2000 | 3,150 m <sup>3</sup>     |
| 23  | ビルヌーブ       | スイス    | 10,000 t/y             | 10,000 t/y   | 分別された有機性廃棄物 | 1999 | 940 m <sup>3</sup>       |
| 24  | カイザーслаウテルン | ドイツ    | 25,000 t/y             | 20,000 t/y   | 都市ごみ        | 1999 | 2,450 m <sup>3</sup>     |
| 25  | アーベルク       | スイス    | 11,000 t/y             | 11,000 t/y   | 都市ごみ        | 1998 | 1,500 m <sup>3</sup>     |
| 26  | パッサム        | ドイツ    | 105,000 t/y            | 13,500 t/y   | 都市ごみ        | 1997 | 1,200 m <sup>3</sup>     |
| 27  | ザルツブルグ      | オーストリア | 20,000 t/y             | 20,000 t/y   | 分別された有機性廃棄物 | 1993 | 1,800 m <sup>3</sup>     |
| 28  | ブレヒトⅠ       | ベルギー   | 20,000 t/y             | 20,000 t/y   | 分別された有機性廃棄物 | 1992 | 800 m <sup>3</sup>       |

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

14

## 参考 KURITA DRANCO PROCESS® の技術検証・確認



公益社団法人全国都市清掃会議へ申請した「乾式メタン発酵技術（KURITA DRANCO PROCESS®）」の技術検証・確認が2017年5月23日に完了

### <本技術検証・確認の結果>

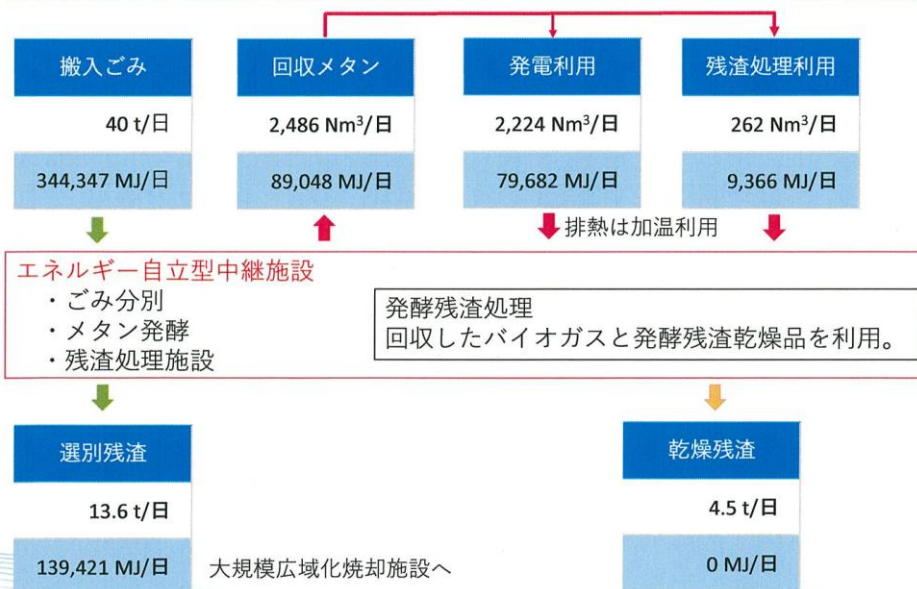
1. ベルギー王国プレヒト市で1992年に稼働開始後、欧州を中心に26施設の稼働実績を有しており、多くの施設では日本のごみよりメタン発酵条件が悪い（異物の混入が多いごみ）を処理して長期に安定運転を達成できていることから、日本のごみに適用可能な技術である。
2. 周辺技術を含めた全体のシステムとしても廃棄物の処理及び清掃に関する法律などの国内の要求事項に適合可能と判断される。

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.



15

## 参考 中継施設でのエネルギーバランス（想定値、抜粋）



© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

16





© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

本実証事業では、  
メタン発酵残渣を乾燥し燃料を製造します。  
この燃料は乾燥工程の熱源として使用しますので、  
焼却灰が発生します。

ここでは、この焼却灰を乾燥装置残渣と表現しております。

## 7.1 令和3年度第1回検討会 議事録

### 令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業 乾式メタン発酵施設を活用したごみ処理広域化におけるエネルギー自立型中継施設の実証 第1回検討会議事録

【日時】2022年2月2日(水)

【場所】栗田工業(株)本社応接室102 及びオンライン(Teams)

【報告者】栗田工業(株)

【参加者】(敬称略) \* : オンライン参加

< 委員 > ○ : 座長

○大門委員\*、中山委員、伊藤委員\*、秦委員\*、亀岡委員

< 環境省 廃棄物適正処理推進課 >

田中課長補佐\*、越智環境専門員\*、後藤環境専門員\*

< 事務局 >

栗田工業株式会社

水成\*、山田、市川\*、伊藤\*、古賀\*、北条\*、松村\*、友則、三好

#### 【配布資料】

資料-1 「乾式メタン発酵施設を活用したごみ処理広域化における  
エネルギー自立型中継施設の実証」  
応募様式

添付資料-1 二酸化炭素排出量試算まとめ

添付資料-2 LCC 試算まとめ

添付資料-3 輸送による CO2 排出量試算

添付資料-4 中継施設+メタン発酵施設併設 検討結果

添付資料-5 一般可燃ごみ(乾式メタン発酵設備)検討基本条件

資料-2 「乾式メタン発酵施設を活用したごみ処理広域化における  
エネルギー自立型中継施設の実証」  
審査委員会配布資料(追記)

資料-3 委託業務仕様書

資料-4 工程表

資料-5 検討会委員名簿

【要旨】(敬称略)

1. 開会

事務局より開会挨拶があった。

2. 実証事業の目的について

環境省より挨拶と目的の説明があった。

3. 資料の確認

4. 委員の紹介

各委員より挨拶があった。

5. 事務局の紹介

6. 検討会座長の選出

大門委員が座長に委員の満場一致で選出された。

7. 実証内容の説明

事務局より資料－1、2の説明を行い、委員より以下の意見等があった。

(中山委員)

- ・ 埼玉県は日本の約 1/100 の面積に63市町村があり、多数の自治体がコンパクトにまとまっている県である。その中で広域化を実際に進めている。全国でも広域化は進めているので、実証では具体的な地域を考えて進めるのはどうか。また、広域化は公表された時点では既に相当進捗しているため、公表された時点では既に広域方針が決められている場合が多いので、初期の段階での提案・PR が重要である。情報収集の仕方を工夫する必要があると思う。又、実証終了後の情報収集・水平展開は早い方が良い。

→実証を進める中で、より適切で具体的な地域を見つけながら、可能であればその地域を想定して進めていく。

また、実証終了後は、全国の市場を見据え調査・情報収集しながら、できるだけ早い水平展開を行っていく。(事務局)

(伊藤委員)

- ・ 環境省が描いている地域循環共生圏のどこに本実証が位置付けられるか、をしっかりと構想して、進めていくと良い。また実証する中で、マテリアルバランスとエネルギーフローが特に重要なので、十分に検討して、広く納得できる成果としてほしい。

(秦委員)

- ・ 今回、中継施設規模を 50～90t/日で検討としているがバイオガス化施設は実施可能な地域であるのかどうかの見極めが非常に重要で、バイオマス系の廃棄物を確保することが一つのポイントとなる。また、原料によっては発酵残渣含水率が上昇してしまうので、併せて原料廃棄物の質も考慮しなくてはならない。
- ・ 将来的に、原料となる廃棄物のごみ質が大きく変化することは間違いないので、将来を予測しながら、物質収支の把握を行っていくとより良い実証となるのではないかな。
- ・ 一般廃棄物の処理を前提として実証するのは当然であるが、将来的に人口減少等も間違いないので規模の維持が難しくなる問題も出てくると思う。先ず本実証で必要な規模感を

提示できると良い。その上で、地域循環共生圏の考えを生かして、食品ロスや地域特性バイオマスなど、他のバイオマス系廃棄物を活用することも、視野に入れて、検討するのも面白いと思う。公開できる情報は提供可能である。

(亀岡委員)

- ・ オリックス資源循環(株)が今回の寄居バイオガスプラントにおいて、縦型乾式メタン発酵技術を採用した理由は、原料廃棄物の許容範囲が広く、ごみ質特性や分別収集方法などの地域性に縛られない事を評価してのことである。この特長が最大限生かされることとなる様な、実証事業を進めてほしい。設定している目標は、依拠するところは知らないが低いのではないかと思う。バイオガス化施設のエネルギー自立は当然。CO<sub>2</sub> 排出量 7%削減とライフサイクルコスト 2%削減では、民間事業者の視点から見ると低く、本技術の採用動機にならない。
- ・ 本実証事業の最終目標は、外部からの供給エネルギー＝0は当然ながら、ごみを活用して新たなエネルギーを生み出すことまで検討すべきである。  
→設定している目標は、公募資料で設定している条件での試算値である。実証を行った結果次第では、より高い数値となる可能性もある。(事務局)
- ・ 実証フローは寄居バイオガスプラントとメタン発酵槽までは同一であるが、発酵残渣排出からは燃料化等を行うため新たなシステム提案となっている。今回の実証範囲外となってしまうが、前処理部分についての CO<sub>2</sub> 削減やライフサイクルコスト削減の観点で、改善検討を行ってみるのはどうだろうか。  
→将来的なごみ質の変化や地域特性、分別の仕方が変われば、前処理フローの改善検討は必要と考えます。(事務局)

(大門委員)

- ・ 縦型乾式メタン発酵技術を導入するにあたり、排水処理が不要、受入できるごみ質の許容範囲が広い(従来の収集体制を変える必要がない)ことが、魅力的であり、又処理規模の設定は重要な要素である。今回において検討するテーマのごみ処理広域化における中継施設に限らず脱炭素のメニューとして有効な技術であると考えするため、他の活用方法も模索してほしい。
- ・ 既に稼働している富士クリーンとオリックス資源循環二つの施設について CO<sub>2</sub> 削減、エネルギー自立に関する現時点の評価結果を次回の検討会で報告してほしい。富士クリーンについては、公表されている NEDO の報告書を参考にすればよい。
- ・ 他に考えられる中継方式との比較を行うと、提案方式の特徴がより分かりやすくなるのではないか。
- ・ 「実証試験施設の運転」という項目が入っているが、表現および事業における位置付けをより分かりやすくした方がよい。現状のままで、この事業において実証試験を行っているように感じる。

8. 委託業務仕様書の説明

9. 検討工程、進捗状況の説明

事務局より資料－3、4の説明を行い、委員から以下の意見等があった。

(亀岡委員)

- ・ 実証の実施工程はかなり厳しいとみる。寄居バイオガспラント側でできる範囲は協力を惜しまないので、実証工程を予定通り行うこと。

(秦委員)

- ・ 燃料化、固形化(ペレット化)については、外部の利用先を考えると、形状や含水率、発熱量他、検討事項が多くなりすぎる可能性があるのでは、どこまで実証するかを明確にした方がよい。

→まずは、自家消費できる燃料化・固形化を最低限の到達点とします。(事務局)

(伊藤委員)

- ・ エネルギーバランスをこれから検討するということであるが、実証施設オリックス資源循環寄居バイオガспラントから、発生ガス量や設備使用電力などどのようなデータ入手し実証事業にどのように活用するかを明確にする必要がある。
- ・ 縦型乾式メタンの特長を生かしたケースでのPRが必要である。

(中山委員)

- ・ 予定が当初から大幅に遅れているようなので、スケジュール管理しっかりと行い、実行していくこと。
- ・ 燃料化の過程で使用する廃油はどのような種類の廃油を想定しているのか。主に飲食店から産廃として排出されるもの、及び有価での回収品もある。グリーストラップなどの表面油について、バイオマスとして発電に寄与している事例もある。今回の実証事業においても検討してはどうか。

→廃油の種類や流通ルートの現状把握を行っているところである。現状把握後、適切な廃油を利用して行きたい。(事務局)

(大門委員)

- ・ 各種検討を行うときに、現在まで積み重ねてきている、縦型乾式メタン発酵技術の試験等のデータが利用できるのではないかと。過去の試験・検討データの利用できるものを精査する必要がある。
- ・ 燃料化に関しては、熱量調整材としては購入価格等もあるので、廃油混合以外の方法も検討してみてはどうだろうか。逆に木質バイオマスプラントに発酵残渣乾燥品を持ち込んで処理する考えもある。
- ・ 使用する一般廃棄物可燃ごみの原料分析や発酵残渣の分析等は、基本的に収集物により変動が大きいものであるが、分析サンプル数には限度があるので、最低必要なサンプル数を見極めて、個別データ収集に固執しないで、過去の知見や公開されているデータ等を活用すべきである。

## 10. 質疑応答

特定の議事に絞らない自由な質疑応答を行った。

(伊藤委員)

- ・ 地域循環共生圏のマップ(曼荼羅)の中で、メタン発酵が様々なところで位置付けられているところ特に縦型乾式メタンの特徴を踏まえ、本実証事業をどこに位置付けるかが重要である。生ごみ分別、湿式メタン発酵、液肥・たい肥利用のような位置付けとは一線を画し、縦型乾式メタンの特徴を前面に出すべきであり、その意味で中継施設での活用は効果的であると考えている。

(亀岡委員)

- ・ 寄居バイオガспラントは現在立上げ試運転中で、原料収集の問題もあり、まだ 100%負荷に至っていない。2022 年 4 月以降に 100%負荷運転となる予定である。現状の運転データに関しては、補正・評価方法の検討が必要であるとする。また、100%負荷運転時のデータ取得も必要と思う。

(秦委員)

- ・ 将来的にはプラスチック類の選別が進み、前処理の考え方も変わってくる。まずは、オリックスプラントで実証に有効なデータ取得を行うと良い。前処理での選別率や分別率についていろいろ役立つデータ取得を考えること。
- ・ 本実証とは離れるが、自治体により分別方法が異なるのは昔からの課題であり、全国で統一できる方向に向かうと、廃棄物行政・処理へのメリットが大きい。

(中山委員)

- ・ ごみの分別は徹底すべきと考えるが、それにより収集・運搬の方法も変わっていくことのメリットも考えていく必要がある。

(大門委員)

- ・ より適切な分別を進めることは今後の一般廃棄物処理にも非常に重要な事であるが、自治体が広報・教育を進めても、実際に決められた分別ができているのは 6 割程度と思う。分別の難しさを住民目線で考えると、現状の分別方法あるいは簡易な分別方法の変更でエネルギー回収ができる、縦型乾式メタン発酵の活用は、一般廃棄物での脱炭素ツールとして活用できると思う。
- ・ 実証事業を進める際には、狭い範囲にとどまらないで、視野を広くもって進めて行っていく。
- ・ 今後の人口減、プラスチック類の分別・リサイクルが進んでいく中で、他に水平展開できるかについても考慮する必要がある。
- ・ 実証事業名や課題名が長いので、書類に記載する際には、読取りやすさに注意すること。
- ・ 資料が多いので、同時に複数枚の資料を読み取りやすくする工夫をしてほしい。

(環境省)

- ・ 活発な議論ができた印象がある。
- ・ スケジュールとしては厳しいが、予定通りのスケジュールで進めてほしい。

#### 11. 次回日程

第2回検討会は2022年3月9, 10, 11日のいずれかで調整することになった。

検討会実施の方法はその時のコロナの感染状況により決定することになった。

#### 12. 閉会

事務局より閉会の挨拶があった。

以 上



## 7.2 令和3年度第2回検討会説明資料



令和3年度  
脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業

乾式メタン発酵施設を活用したごみ処理広域化における  
エネルギー自立型中継施設の実証  
第2回検討会 進捗状況の報告

令和4年3月14日

栗田工業株式会社

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.



### 報告内容

1. 原料ごみ、選別ごみ、選別残渣、発酵残渣、発酵残渣（夾雑物除去、脱水後）、発酵残渣乾燥物の性状分析結果、考察
2. 実証試験施設のCO<sub>2</sub>削減量とエネルギー収支データの取得、評価結果と考察
3. 一般廃棄物処理におけるプラスチック類処理実態の調査
4. エネルギー自立型中継施設の基本設計に必要な基本条件、課題の整理とR4年度検討計画への反映
5. 実証試験施設での、乾燥設備（蒸気による間接乾燥方式）での各種運転データの取得及びCO<sub>2</sub>削減効果、エネルギー収支等の評価
6. 実証試験施設からの発酵残渣による間接乾燥および直接乾燥試験結果
7. バイオマスボイラー専門メーカーである大川原製作所および他メーカー（計3社程度）の技術調査、技術情報の収集結果（ストーカ式、流動床式）
8. 実証試験施設からの発酵残渣乾燥物を供試原料として、専門メーカーである大川原製作所での燃焼試験結果（課題、熱収支など）
9. 適用バイオマスボイラー型式への対応として、発酵残渣乾燥物のペレット化について、専門メーカーである小熊鉄工所および他メーカー（計3社程度）の技術調査、技術情報の収集結果
10. 実証試験施設からの発酵残渣乾燥物を供試原料として、専門メーカーである小熊鉄工所でペレット化の試験結果
11. 固形燃料の熱量補助剤として、廃食油の適用を検討する。今年度（令和3年度）は、廃食油の性状の基礎データの収及び市場流通状況等について調査結果

・事業計画  
・第1回検討会指示事項への回答

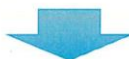
© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

2

## 本事業の目的



「一般廃棄物中のバイオマス、非バイオマスを効率よく処理・利活用する事で、  
処理で発生するエネルギー起因の二酸化炭素排出量を削減すると共に、  
廃棄物処理の総事業費を削減し、持続可能な廃棄物処理システムを構築する」



### <要点>

- ・縦型乾式メタン発酵技術の活用（排水処理が不要）  
→中継施設への追設によるエネルギー回収・利用  
（エネルギー自立）
- ・メタン発酵残渣の活用（従来は焼却処理）  
→残渣乾燥用燃料として利用  
→広域化焼却施設の規模縮減

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

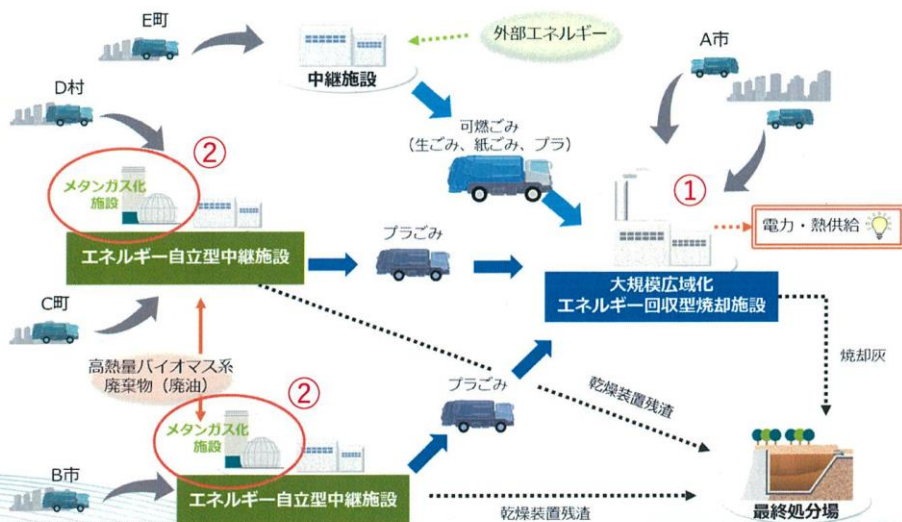
3

## 実証事業概要 ～本事業のイメージ図～



「大規模広域化推進」と「メタンガス化施設の普及」⇒中継施設の機能強化

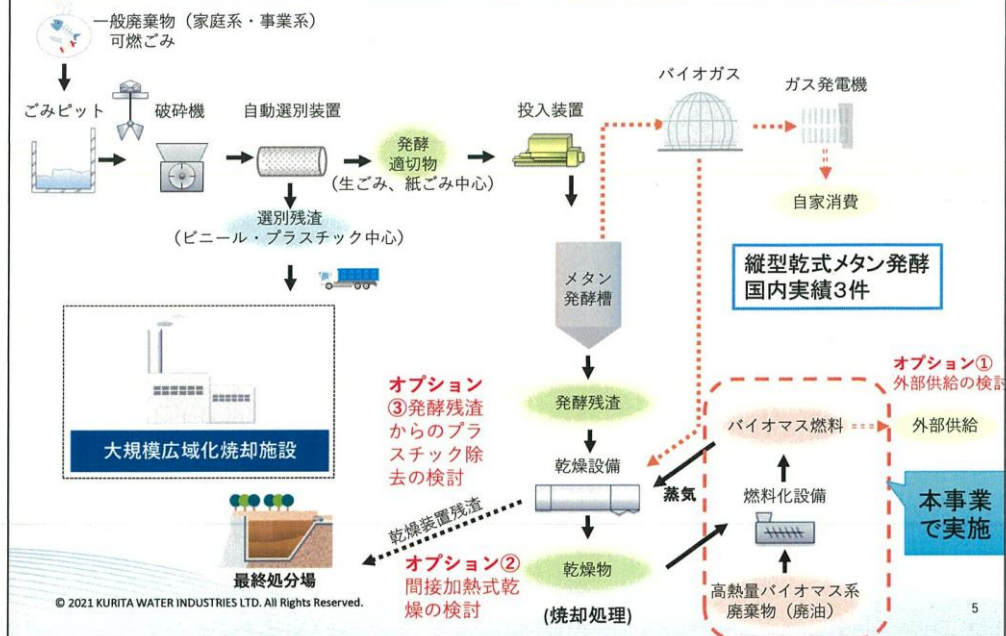
①+②エネルギー自立型中継施設+大規模広域化に取り組みます



© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

※乾燥装置残渣とはバイオマス燃料の焼却灰

4



(1回目：2022年2月9日、2回目：2022年2月17日、3回目：2022年3月1日)

|            | 3回分析の<br>平均 | 実証事業での施<br>設検討の数値 |
|------------|-------------|-------------------|
| 紙類         |             | 31.0              |
| 布類         |             | 3.3               |
| 木・竹・わら類    |             | 14.9              |
| ビニール、ゴム、皮革 |             | 10.0              |
| 厨芥         |             | 40.0              |
| 不燃物類       |             | 0.0               |
| その他        |             | 0.8               |

厨芥類の割合が低い結果でした。原料の採取場所に問題があった可能性があります。本資料では結果を記載しない事に致します。

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.



1. 原料ごみ、選別ごみ、選別残渣、発酵残渣、発酵残渣（夾雑物除去、脱水後）、  
発酵残渣乾燥物、廃食油の性状把握・必要な性状分析結果



# ① メタン発酵原料の分析

## メタン発酵原料（一般可燃ごみ）の選別、分析

### ごみ組成の三成分（重量%）

|            | 含水率  | 強熱減量 | 灰分   |
|------------|------|------|------|
| 紙類         | 43.6 | 42.3 | 14.4 |
| 布類         | 43.7 | 43.2 | 13.0 |
| 木・竹・わら類    | 41.9 | 46.0 | 12.1 |
| ビニール、ゴム、皮革 | 38.3 | 48.7 | 13.1 |
| 厨芥         | 55.3 | 33.3 | 11.4 |
| 不燃物類       | —    | —    | —    |
| その他        | 53.5 | 32.3 | 14.3 |
| 実証事業施設設計値  | 45.2 | 41.9 | 12.9 |

- ・設計値に対し、三成分の値に大きな乖離はない
- ・紙類、布類、ビニールなどの水分は厨芥類から移行したと想定する
- ・灰分はゴミ種別によらず一定

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

7

1. 原料ごみ、選別ごみ、選別残渣、発酵残渣、発酵残渣（夾雑物除去、脱水後）、  
発酵残渣乾燥物、廃食油の性状把握・必要な性状分析結果



# ① メタン発酵原料の分析

## 前処理（選別ごみ＝メタン発酵槽へ投入する）分析

## 前処理（選別残渣＝メタン発酵槽に投入しない）分析

### 前処理後の内訳（%）

|        | 選別ごみ | 選別残渣 |
|--------|------|------|
| バイオマス  | 87.5 | 30.2 |
| 非バイオマス | 12.5 | 69.8 |

- ・バイオマス：厨芥、紙類、木、竹、わら
- ・非バイオマス：布類、ビニール、ゴム、皮

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

8

1. 原料ごみ、選別ごみ、選別残渣、発酵残渣、発酵残渣（夾雑物除去、脱水後）、  
発酵残渣乾燥物、廃食油の性状把握・必要な性状分析結果



### ① メタン発酵原料の分析

前処理（選別ごみ＝メタン発酵槽へ投入する）分析

前処理（選別残渣＝メタン発酵槽に投入しない）分析

選別ごみの三成分（％）

|        | 含水率  | 強熱減量 | 灰分   |
|--------|------|------|------|
| バイオマス  | 47.2 | 39.6 | 13.2 |
| 非バイオマス | 43.6 | 39.6 | 16.9 |

選別残渣の三成分（％）

|        | 含水率  | 強熱減量 | 灰分  |
|--------|------|------|-----|
| バイオマス  | 39.8 | 55.1 | 5.1 |
| 非バイオマス | 34.4 | 61.5 | 4.1 |

1. 原料ごみ、選別ごみ、選別残渣、発酵残渣、発酵残渣（夾雑物除去、脱水後）、  
発酵残渣乾燥物、廃食油の性状把握・必要な性状分析結果



他の対象物（選別残渣、発酵残渣、発酵残渣（夾雑物除去、脱水後）、  
発酵残渣乾燥物）に関する結果は整理中です。

2. 実証試験施設のCO<sub>2</sub>削減量とエネルギー収支データの取得、評価結果と考察



<エネルギー使用量とバイオガス回収量;受入れ原料1tあたり>

| 項目                       | ①実証試験施設の実績、計算値*1<br>(原料処理量 100 t/日) | 備考                      |
|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| 電力使用量                    | 90 kWh                              | 排水処理関連除く                |
| 都市ガス<br>使用量              | 13 Nm <sup>3</sup>                  | メタン発酵槽加温、乾燥機用蒸気生成       |
| バイオガス<br>発生量             | 155 Nm <sup>3</sup><br>(2776 MJ)    | CH <sub>4</sub> 濃度50%換算 |
| メタン発酵槽<br>投入原料<br>有機物含有量 | 280 kg-VS                           | プラ類等、化石由来の有機物を除いたもの     |

\*1;一部、稼働していない設備があった。稼働したものとして計算した

2. 実証試験施設のCO<sub>2</sub>削減量とエネルギー収支データの取得、評価結果と考察



<二酸化炭素排出削減量;受入れ原料1tあたり>

| 項目  | 実証試験施設の実績、計算値*1<br>(原料処理量 100 t/日) | 備考                                                                                                                                                     |
|-----|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 電力分 | 47kg-CO <sub>2</sub>               | ・排出係数;0.470kg-CO <sub>2</sub> /kWh<br>(「令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業」への公募事業について<br>(留意事項)P-4 による。)<br>・排水処理除く<br><計算式><br>(発電電力量-消費電力量)<br>×0.470/100t/日 |

\*1;一部、稼働していない設備があった。稼働したものとして計算した



| メタン発酵施設<br>受入れ原料(t/日)            | 40    | 56     | 72     | 備考                          |
|----------------------------------|-------|--------|--------|-----------------------------|
| 消費電力<br>(kwh/日)                  | 6,720 | 7,504  | 8,856  | 処理規模大きい<br>ほど消費電力の<br>効率が良い |
| バイオガス発生量<br>(Nm <sup>3</sup> /日) | 4,972 | 6,961  | 8,950  | 300kg-VS/t-発酵<br>槽投入原料      |
| 発電量<br>(kwh/日)                   | 9,387 | 13,142 | 16,897 | 発電効率38.0%                   |

原料中の有機物量(VS)に依存する。

13



\* 検討会当日、結果の一部をご紹介します。

14



【基本条件】

・対象とする原料組成

バイオマス比率により、バイオガス発生量が変動、結果として二酸化炭素削減量に影響する。  
またプラスチック資源循環法への対応状況を注視する必要がある。

・処理規模

メタン発酵設備は規模が大きいほど、原料処理量原単位あたりの消費電力が低くなる。一方、  
建設、維持管理コストが増加する。第1回検討会でご指摘のあった課題。

【R4年度検討計画への反映】

・対象とする地域、処理量

実態にそぐわない検討とならないよう、ごみ処理基本計画情報から、必要に応じて  
処理規模の見直しを行う。

・メタン発酵残渣燃料化方式の決定

今年度検討で確認された課題(後述します)を解決する。また、設備を簡素化する事を念頭に、  
プラスチック類込みの燃料化も検討する。

乾燥処理原料処理量と使用した蒸気量から蒸気発生用都市ガス使用量の  
原単位を計算中です。その結果と、メタン発酵残渣乾燥物の熱量から、削減  
できるCO<sub>2</sub>量の試算を行います。



1) 原料サンプリング (メタン発酵槽発酵残渣)



メタン発酵残渣



出荷

ドラム缶 (発酵残渣) 10本  
フレコン (乾燥品) 2袋  
乾燥品は水分調整用

2) 間接乾燥試験(回転するディスク内に蒸気を投入し、間接加熱を行う方式)

①実施内容

メタン発酵残渣に水分調整材としてメタン発酵残渣乾燥品を混合し含水率75%原料に調整したものを乾燥処理原料とした。なお、発酵残渣中に含まれる大きな夾雑物(長物プラスチック類、骨など)については除去した。

②試験結果

含水率10~30%の乾燥品を得ることが出来た。  
(含水率10~30%は投入量見合で変化したものです)

③篩わけ (現場)

2mm以下、2~5.6mm、5.6mm以上で篩を実施。

5.6mm以上 27% (夾雑物主体)

2~5.6mm 27% (発酵残渣主体)

2mm以下 46% (発酵残渣乾燥品主体)



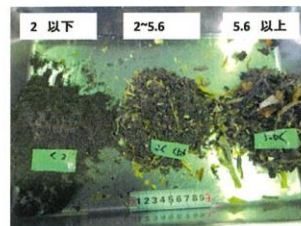
間接加熱乾燥機



乾燥品 (含水率10%)



内部構造



乾燥品篩

左2mm下 中2mm上,5.6mm下 右5.6上

19

### 3) 直接乾燥試験(容器内に熱風を吹き込み、直接乾燥させる方式)

#### ①実施内容

メタン発酵残渣に水分調整材としてメタン発酵残渣乾燥品を混合し含水率75%原料に調整したものを乾燥処理原料とした。なお、発酵残渣中に含まれる大きな夾雑物(長物プラスチック類、骨など)については除去した。

#### ②試験結果

乾燥機の軸に夾雑物の絡みつきが見られた。運転を継続した場合、絡みつきが成長し、不具合が発生する可能性があるため試験を停止した。

20



### 【結果と考察】

#### 1) 間接乾燥

- ・乾燥処理は可能であった
- ・メタン発酵残渣中の大きな夾雑物を除去後、乾燥処理を行う必要がある
- ・篩分けをせず、燃料として利用可能かを確認する必要がある

#### 2) 直接乾燥

- ・大きな夾雑物以外の夾雑物による絡まりが発生し、試験を中止した (乾燥処理できず)
- ・メタン発酵残渣中の大きな夾雑物を除去後、乾燥処理を行う必要がある
- ・絡まり対策として、他の直接乾燥方式(ロータリーキルン型)の適用可否を見極める必要がある

7. バイオマスボイラー専門メーカーである大川原製作所および他メーカー（計3社程度）の技術調査・技術情報の収集結果。（ストーカ式、流動床式）



令和3年度環境美化・先進的資源循環システム実証事業  
（乾式メタン発酵施設を適用したごみ焼却施設におけるエネルギー自立型中継施設の実証）

※ペレット化装置に関する調査シート  
貴社が使用いたします実証事業にご協力いただきありがとうございます。最末のいない範囲  
でご回答いただきたく、お願い申し上げます。

|        |  |
|--------|--|
| 企業名    |  |
| ご回答者所属 |  |
| ご回答者氏名 |  |

左記調査シートで情報を調査中です

|                |                         |
|----------------|-------------------------|
| 調査項目           | ご回答                     |
| 保有するペレット化装置の形式 | 回答例：〇〇                  |
| 対象とする原料の種類     | 回答例：木質チップ、汚泥、稲、プラスチック   |
| 対象となる原料の形状、性状  | 回答例：大きさ：XXmm以下、水分：XX%以上 |
| ペレット化に必要な動力    | 回答例：XXXkw（原料11t/hr）     |
| ペレット化の方式       | 回答例：押出成形                |
| 必要な補助機         | 回答例：原料のチップ              |
| 適用される法規        | 回答例：〇〇                  |
| 環境アセスメント要否     | 回答例：〇〇                  |
| 納入実績           | 回答例：〇〇                  |
| その他留意事項など      | 回答例：〇〇                  |

※ご協力いただきまして誠にありがとうございます。  
© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

23

8. 実証試験施設からの発酵残渣乾燥物を供試原料として、専門メーカーである大川原製作所での燃焼試験結果



1) 試験原料

実証試験施設で発生したメタン発酵残渣乾燥物

2) 試験方法

次ページに示した流動床式燃焼炉に原料を投入、燃焼データの採取、排気ガスの分析を行う。

＊ 令和4年3月23日、24日で試験を実施します。

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

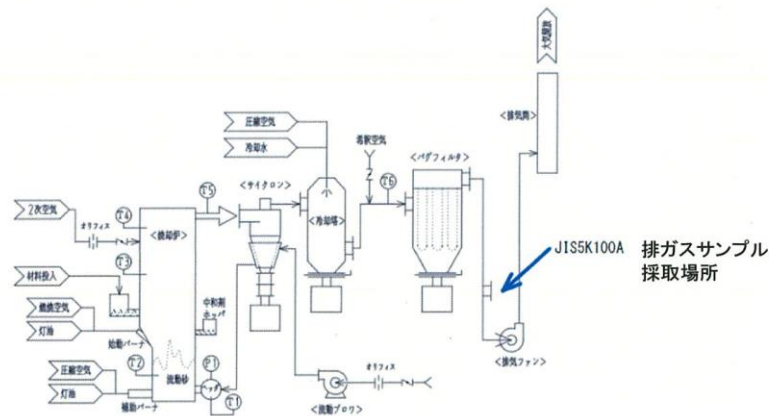
24



8. 実証試験施設からの発酵残渣乾燥物を供試原料として、専門メーカーである大川原製作所での  
燃焼試験結果



○試験装置のフロー(流動床炉)



© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

25

9. 適用するバイオマスボイラー型式への対応として、発酵残渣乾燥物のペレット化について、  
専門メーカーである小熊鉄工所および他メーカー（計3社程度）の技術調査、技術情報の収集結果



株式会社小熊鉄工所の回答結果

|                |                                                                                                        |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 調査項目           | ご回答                                                                                                    |
| 保有するペレット化装置の形式 | 回答例：<br>二軸式プラスチック減容機（デュアルプレッシャー）<br>投込機（スライズセレーター）                                                     |
| 対象とする原料の種類     | 回答例：本質チップ、汚泥、紙、プラスチック<br>本質チップ、乾燥汚泥、紙、炭、農ゾラ、シタロウレン、豚おむつ<br>サイディングボード、シュレッダーダスト、パルパー粉、ペーパーパ<br>ラジ等、廃トナー |
| 対象となる原料の形状、性状  | 回答例：大きさ：10mm以下、水分：XX%以上<br>固形分50%以上、乾燥度が低い方が成形性が良い<br>スライズセレーターの場合は、高含水率の投入物は脱水可能<br>乾燥が難しい物           |
| ペレット化に必要な能力    | 回答例：XXXkg/原料110kg<br>PPFの場合は11kg/m <sup>2</sup> /h〜315kg/m <sup>2</sup> /hの処理能力<br>（カタログ値）             |
| ペレット化の方式       | 回答例：押出成形<br>二軸式押し出し成形                                                                                  |
| 必要な附属機         | 回答例：原料ホッパ<br>投入物が大きい場合には破砕機<br>電機機、空気を供給機、冷却コンベア                                                       |
| 適用される法規        | 回答例：                                                                                                   |
| 環境アセスメント要否     | 回答例：                                                                                                   |
| 納入実績           | 回答例：汚泥；<br>RPPパルパー粉、シタロウレン、シュレッダーダスト。                                                                  |
| その他注意事項など      | 回答例：<br>汚泥、紙屑、土砂、ガラス、陶磁器の投入不可、刃物が発生してい<br>る物の投入は不可<br>※ご協力いただきまして誠にありがとうございました                         |

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

26

10. 実証試験施設からの発酵残渣乾燥物を供試原料として、専門メーカーである小笹鉄工所でペレット化の試験結果（ペレット化条件）（山田）



【ペレット化試験概要】

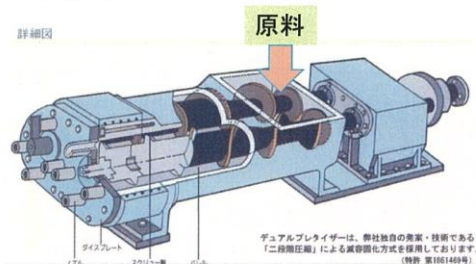
原料： 実証試験施設で生成したビニール類などの夾雑物を除去した発酵残渣乾燥物

方法： 加水あり、なし

試験装置： 下図(原料を二軸スクリーでダイスプレートへ押し込み、ノズルを通して成形品を得る)

方法： 小型機(処理能力; 0.1ton/hr)で成形条件を決めたのち、大型機(処理能力; 1ton/hr)で連続成形を行った。

詳細図



10. 実証試験施設からの発酵残渣乾燥物を供試原料として、専門メーカーである小笹鉄工所でペレット化の試験結果（ペレット化条件）（山田）



【ペレット化試験結果】

1) 小型試験機での成形条件検討

- ・成形には水分が影響する
- ・原料の含水率は20～30%が良い
- ・成形に最適なノズル長さがある(条件3は原料含水率が28%だがノズル長さ58mmで閉塞が発生した)

| 項目            | 条件 1  | 条件 2 | 条件 3 | 条件 4 | 条件 5 | 条件 6 |
|---------------|-------|------|------|------|------|------|
| 原料条件          | 乾燥物のみ | 加水   | 加水   | 加水   | 加水   | 加水   |
| 乾燥物重量(kg)     | 10    | 10   | 10   | 10   | 20   | 20   |
| 加水重量(kg)      | 0     | 1    | 3    | 2    | 5    | 6    |
| 原料含水率(%)      | 7     | 未測定  | 28   | 23   | 30   | 27   |
| ノズル長さ(mm)     | 58    | 58   | 58   | 30   | 30   | 30   |
| ノズル数量(内径15mm) | 7     | 7    | 7    | 7    | 7    | 7    |
| ペレット化後含水率(%)  | 未測定   | 未測定  | 未測定  | 18   | 25   | 19   |
| 判定            | ×     | ×    | ×    | ○    | ○    | ○    |

10. 実証試験施設からの発酵残渣乾燥物を供試原料として、専門メーカーである小熊鉄工所でペレット化の試験結果（ペレット化条件）（山田）



#### 【ペレット化試験結果】

##### 2)大型試験機での成形条件検討

- ・小型試験で成形可能であった、「条件6(加水30%)」で実施
- ・成形品を得る事が出来た
- ・安定したペレット形成には、ダイスプレート、ノズル径・長さなどの条件を詰める必要がある

10. 実証試験施設からの発酵残渣乾燥物を供試原料として、専門メーカーである小熊鉄工所でペレット化の試験結果（ペレット化条件）（山田）



#### 【結果と考察】

○ペレット形成には水分が影響する。

○含水率が25%前後でペレットが形成した

○安定したペレット形成には、ダイスプレート、ノズル径・長さなどの条件を詰める必要がある

○自然可能な含水率条件と推察する。次年度以降、燃焼試験を行い、試算に必要なデータを採取する

10. 実証試験施設からの発酵残渣乾燥物を供試原料として、専門メーカーである小熊鉄工所でペレット化の試験結果（ペレット化条件）（山田）



【試験時の写真】



乾燥物(加水なし)



小型試験機外観



大型試験機外観



小型試験機でのペレット



小型試験機でのペレット



大型試験機でのペレット

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

31

11. 固形燃料の熱量補助剤として、廃食油の適用を検討する。廃食油性状基礎データの収集及び市場流通状況等について調査結果



1) 廃食油の性状

| 試料名  | pH  | 水分<br>% | 強熱減量<br>% | K<br>mg/kg | 塩化物イオン<br>mg/kg | Na<br>mg/kg | 発熱量<br>MJ/kg |
|------|-----|---------|-----------|------------|-----------------|-------------|--------------|
| 処理前A | 6.3 | <0.1    | 100       | 286        | 150             | 727         | 41.4         |
| 処理前B | 5.2 | <0.1    | 100       | 213        | 55              | 550         | 41.1         |

| *他燃料の発熱量 | MJ/kg |
|----------|-------|
| A重油      | 42~46 |
| 石炭       | 24.4  |
| LPG      | 50    |

- ・発熱量はA重油と同等
- ・水分はほぼない
- ・K(カリウム)、塩化物イオン、Na(ナトリウム)は調味料由来



発熱量で評価すると、熱量補助剤として十分利用可能といえる

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

32



11. 固形燃料の熱量補助剤として、廃食油の適用を検討する。廃食油性状基礎データの収集及び市場流通状況等について調査結果



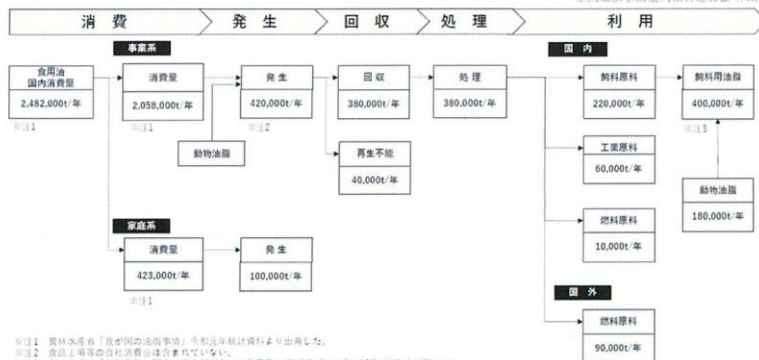
## 2) 廃食油の流通状況

\* 全国油脂事業協同組合連合会へのヒアリングを実施

UCオイルのリサイクルの流れ図(令和2年度版)

令和3年3月

全国油脂事業協同組合連合会 作成



11. 固形燃料の熱量補助剤として、廃食油の適用を検討する。廃食油性状基礎データの収集及び市場流通状況等について調査結果



## <ヒアリング結果>

### ○発生量

コロナの影響により外食産業で減少気味だが、持ち帰り総菜用でそれなりの水準を息している (H29年度; 約53万トン/年、R2年度; 約48万トン/年)

### ○引取り

無償、または有償で引取る。引取り価格は精製品の価格上昇の影響から、上昇傾向にある

### ○精製品の需要

特に燃料用として海外向けが伸長している (H29年度; 約6万トン/年、R2年度; 約9万トン/年)

### ○販売価格

- ・飼料向け; R1年度に対して現状、約1.5倍(90円/L)
- ・燃料向け; R1年度に対して現状、約1.5倍(110～120円/kg)
- \* バイオ燃料向けとして、特にEUで需要が増加している

### ○新たな取り組み

現在、利活用が困難な「グリーストラップ」の燃料化検討を開始した

11. 固形燃料の熱量補助剤として、廃食油の適用を検討する。廃食油性状基礎データの収集及び市場流通状況等について調査結果



### 【結果と考察】

- ・価格が上昇し、汎用燃料価格と同等に近い(約120円/kg)ことから、発酵残渣乾燥物との混合を行う場合、コスト面と効果を十分に精査する必要がある  
\* A重油; 約100円/L
- ・精製前の廃食油価格は安価であるが、油かすや調味料由来の無機塩類(Na、K、Cl)が含まれることから、燃料利用時におけるこれら物質の影響を十分考慮する必要がある(燃料炉でのクリンカー発生、排ガス中の塩化水素濃度)
- ・他の高熱量バイオマス系廃棄物の利活用可否検討も必要と思われる

## 事業計画 ～実証事業スケジュール～



|                          | 令和3年度(2021年度) |       |       |       | 令和4年度(2022年度) |       |       |       |
|--------------------------|---------------|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|
|                          | 第1四半期         | 第2四半期 | 第3四半期 | 第4四半期 | 第1四半期         | 第2四半期 | 第3四半期 | 第4四半期 |
| 1.全体計画の作成                |               |       |       | ↔     |               |       |       |       |
| 2.試験協力先の準備               |               |       | ←→    |       |               |       |       |       |
| 3.実証試験施設の運転              |               |       |       | ←→    |               |       |       |       |
| 4.各種性状分析<br>(原料、残渣、燃料)   |               |       |       | ←→    |               |       |       |       |
| 5.発酵残渣乾燥物(燃料化)の燃焼性確認     |               |       |       | ←→    |               |       |       |       |
| 6.CO <sub>2</sub> 排出量の算出 |               |       |       |       |               |       | ←→    |       |
| 7.中継施設の基本設計              |               |       |       |       |               |       | ←→    |       |
| 8.試験結果まとめ                |               |       |       | ↔     |               |       |       | ↔     |

本事業の要点は「メタン発酵残渣の燃料化・自己消費」。令和4年度は、安定した燃料化の検討を最優先に取り組む。

## 第1回検討会での確認事項



既に稼働している富士クリーンとオリックス資源循環二つの施設についてCO<sub>2</sub>削減、エネルギー自立に関する現時点の評価結果を次回の検討会で報告してほしい。富士クリーンについては、公表されているNEDOの報告書を参考にすればよい。

### ○オリックス資源循環様

本検討会で開示可能な範囲で結果を報告いたしました。

### ○富士クリーン様

一般公開資料は確認できておりません。資料が公開されたのち、確認、報告をさせていただきます。



以下、第1回検討会の資料の一部です

## 実証事業の課題

### 今後の一般廃棄物処理の課題

- ◇人口減少、自治体財政の縮減
- ◇プラ資源循環促進法によりプラごみ減少・ごみ質低下



国の方針：「大規模広域化推進」と「メタンガス化施設の普及」



解決策の一つとして、中継施設の機能強化が必要と考えます

### 本提案

#### 【課題解決に向けた実施内容】

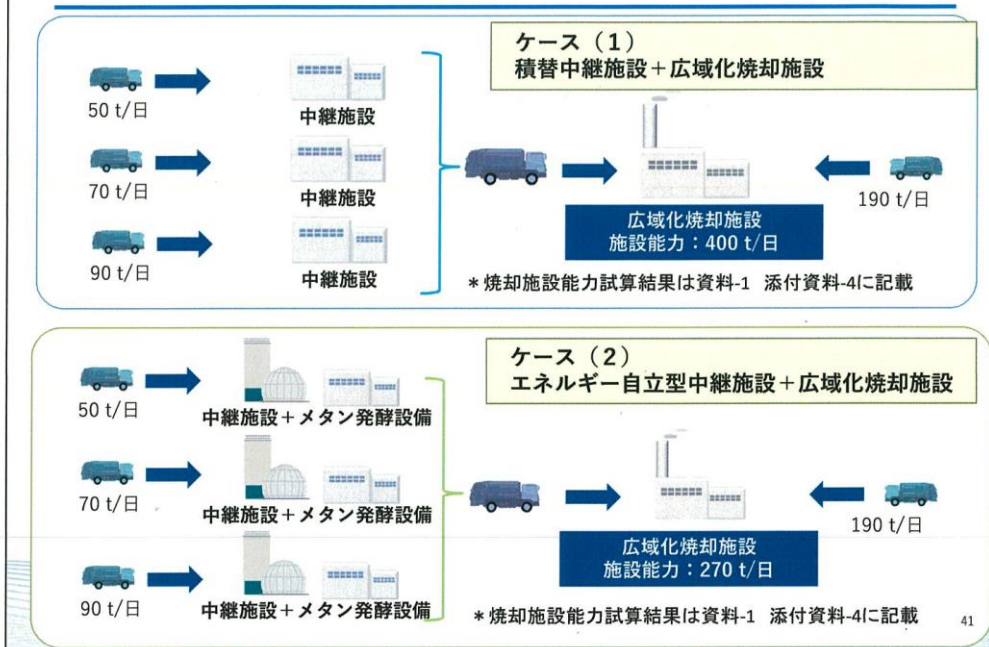
- ①中継施設としてのエネルギー自立型乾式メタン発酵システムを構築する
- ②広域化、中継施設に関するCO<sub>2</sub>排出量を明らかにする
- ③将来のごみ質変化に対応できる中継施設の仕様を明らかにする



エネルギー自立型中継施設



## 環境改善効果の検討 ～比較ケース～



## 環境改善効果の検討



ケース（１）積替中継施設＋広域化焼却施設

ケース（２）エネルギー自立型中継施設＋広域化焼却施設



「CO<sub>2</sub>排出量の削減効果」「エネルギー使用量の削減効果」

【算出に伴う係数】

各CO<sub>2</sub>排出係数：電力 0.470 t-CO<sub>2</sub>/kWh、プラ焼却 2.77 t-CO<sub>2</sub>/t  
出典：環境省 地球温暖化対策事業効果算定ガイドブック  
ごみの組成：生ごみ比率40%、紙ごみ31%、プラスチック10%

\* 資料-1 添付資料-5に原料条件、その割合、物性などの与条件を示した

## 実証事業(ケース(2))のCO<sub>2</sub>排出量削減とLCC試算

### 1. CO<sub>2</sub>削減検討結果(ケース(1))に対して

| 項目     | 削減量     |
|--------|---------|
| ①輸送    | 76.6    |
| ②プラ類焼却 | 0.0     |
| ③電力消費  | 2,128.8 |
| 計      | 2,205.4 |

ケース(1)に対して  
CO<sub>2</sub>排出量とLCC、  
共に削減できる見込みです

資料-1 添付資料-5の黄色部分

中継基地へのメタン発酵施設併設効果  
が主体(資料-1 添付資料-1の黄色  
部分)

### 2. LCCの比較

※単位: ton-CO<sub>2</sub>/年

| 費目       | 単位      | ケース(1) | ケース(2) |
|----------|---------|--------|--------|
| 建設費      | 百万円     | 45,670 | 43,456 |
| 20年間運転経費 | 百万円/20年 | 49,496 | 49,945 |
| 合計       | 百万円     | 95,166 | 93,401 |

メタン発酵施設を追設しても、広  
域焼却炉の処理規模が低減され  
ることで、建設費が削減され  
る(資料-1 添付資料-2の黄色  
部分)

© 2021 KURITA WATER INDUSTRIES LTD. All Rights Reserved.

43

## 事業終了後の展開策

### 横展開

本実証事業によって、「エネルギー自立型中継施設」の価値を確認する

- ◆経済的側面 全体事業(焼却炉含む)としてのコスト
- ◆技術的側面 全体事業とエネルギー自立型中継施設でCO<sub>2</sub>排出量

一般廃棄物焼却施設の広域化を促進させる

### 出口戦略

1. 実証事業で残された事業化への課題検討・対応
2. 実証事業の実績報告書等を活用した広報活動
3. 大規模広域化エネルギー自立型中継施設検討を行う自治体への提案活動

### 普及見込み

中継施設でのエネルギー自立(電力・熱) ⇒ 災害時にも地域廃棄物処理が可能  
充電用コンセントと温水を提供

2030年度以降

大規模広域+エネルギー自立型中継施設

© 2021 K

毎年1件程度普及する見込み

44

## 2)令和3年度第2回検討会議事録

### 令和3年度脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業 乾式メタン発酵施設を活用したごみ処理広域化におけるエネルギー自立型中継施設の実証 第2回検討会議事録

【日時】2022年3月14日(月) 13:30～15:15

【場所】栗田工業(株)本社会議室 710 及びオンライン(Teams)

【報告者】栗田工業(株)

【参加者】(敬称略) \* :オンライン参加

<委員> ○:座長

○大門委員\*、中山委員\*、伊藤委員\*、秦委員\*

<環境省 廃棄物適正処理推進課>

小林課長補佐\*、田中課長補佐\*、後藤環境専門員\*

<事務局>

栗田工業株式会社

水成\*、山田、北条\*、山口\*、友則、三好

#### 【配布資料】

資料-1 「乾式メタン発酵施設を活用したごみ処理広域化における  
エネルギー自立型中継施設の実証」  
第2回検討会 進捗状況の報告

#### 【要旨】(敬称略)

##### 10. 開会

事務局より開会挨拶があった。

##### 11. 次第について

事務局より検討会の次第について説明があった。

##### 12. 座長の挨拶

大門委員より挨拶があった。

(ア)時間と予算の制約があり、委員の方々の意見含めて、優先順位を定めて、進めてほしい。

(イ)本検討会は活発な議論をしてほしい。

##### 13. 欠席の報告

事務局より急な所用により亀岡委員の欠席の報告があった。

##### 14. 資料の確認



事務局より資料の確認があった。

(ア) 事前配布後に修正が生じて、資料-1 の若干の内容変更と資料-2 の削除があった。

#### 15. 前回議事録の確認

事務局より前回議事録の説明があった。

(ア) 前回議事録を送付している。併せて、送付はしていないが、前回議事録の委員意見のまとめを行っていて、可能な事項は実証事業に反映している。

#### 7. 実証事業進捗状況の説明

事務局より、資料-1の説明を行い、委員より以下の意見等があった。

##### (1) 資料-1 P1 から P13 までの説明を行った。(事務局)

1. 原料ごみ、選別ごみ、選別残渣、発酵残渣、発酵残渣(夾雑物除去、脱水後)、発酵残渣乾燥物、廃食油の性状把握・必要な性状分析結果
2. 実証試験施設の CO<sub>2</sub> 削減量とエネルギー収支データの取得、評価結果と考察

##### (秦委員)

(イ) 選別残渣はビニール・プラスチックが中心なので、灰分の比率が低くなると理解した。また、実際に原料ごみ組成分析を行うと、ばらつきや提案時に設定した原料ごみ組成等と相違が生じるのは当然であり、そこはあまり重要視しなくてよいと思う。むしろ、選別後の選別ごみの組成を基に検討していくべきと考える。また、選別機(トロンメル)の後や発酵後のデータについては意味があり、データ数には限界があるので可能な3回程度で良いかどうかはあるが、地域特性や時代による変化を掴む意味でも、ごみ組成や発熱量等のデータを取得して、多地域・同種技術の過去データとの比較含めて検討していくことは必要と思う。

→各委員からも、同様な意見を既に頂いている。オリックス資源循環㈱の協力を得て、来年度含めてそのように進めて行きたい。(事務局)

##### (伊藤委員)

(ウ) 資料の P-4 の「実証事業概要 本事業のイメージ図」において、「乾燥発酵残渣」は普通使用しない表現であるので、「バイオマスボイラー残渣」などに改めるのが良いのではないかと。

(エ) 資料の P-5 の「エネルギー自立型中継施設」において、実証施設(オリックス資源循環㈱寄居バイオガスプラント)のフローと今回の実証事業フローを明確に分けて記載、表現した方が分かりやすいのではないかと。例えば、実証施設は乾燥設備に都市ガスを使用しているが、今回の実証事業では乾燥設備(バイオマスボイラー)にバイオガスとバイオマス燃料を使用する構想と思うが、おそらくその違いが、この図からは審査等委員会の委員にも理解できないと思う。また、その乾燥設備のバイオマスボイラーから残渣が排出される表現に変更すれば理解しやすいのではないかと。

(オ) 資料の P-6 の「ごみ組成調査の結果」において、施設検討の数値として厨芥類を、

40%と設定しているが、近年の調査では 30%が普通であるので、このように設定した根拠もあると思うが、あまり縛られないで検討した方が良い。

(カ) 資料の P-8 の「メタン発酵原料の分析」において、選別ごみと選別残渣それぞれのバイオマス系廃棄物と非バイオマス廃棄物の構成比率を記載しているが、表の縦計は 100%になるが、横計は 100%にならないのはどういう意味か。

(キ) 同じく資料の P-9 の「メタン発酵原料の分析」において、選別ごみと選別残渣の三成分の記載において、バイオマスと非バイオマスに分けて記載しているが、その意図は何か。選別残渣は発熱量のみでも十分でないか。むしろ、秦委員も発言していたように、選別装置のところでの各組成分析をして、選別率を算出した方が良いのではないか。

(ク) 資料 1 の P-11,12,13 の「電力使用量」や「消費電力」は乾燥設備の電力も含んでいるか。

(大門委員)

(ケ) 伊藤委員に補足して、今回の実証事業では、乾燥設備に都市ガスは使用しないと思うので、使用する実証施設オリックス資源循環(株)寄居バイオガスプラントと実証事業は明確に分けて、実証事業では、都市ガスは使用しないで、発生ガスはこれぐらいで、それを乾燥設備とガス発電機でこれだけ使用すると、記載してほしい。例えば、資料-1 の P13 の「メタン発酵施設消費電力、バイオガス発生量、発電量試算値」において、バイオガス発生量がこれだけで、まず乾燥設備で使用して、その後余ったガスで発電してこれだけ発電量があったと、わかりやすく記載してほしい。伊藤委員と同じく、「性状分析結果」と「CO<sub>2</sub>削減量とエネルギー収支データの取得、評価結果と考察」については、混乱するので、整理して記載してほしい

→「消費電力」等には乾燥設備の電力も含んでいます。「実証事業概要」「性状分析結果」「CO<sub>2</sub>削減量とエネルギー収支データの取得、評価結果と考察」については、委員の皆様の見解を参考に、見直して理解しやすいように修正します。(事務局)

(中山委員)

(コ) 資料の「性状分析結果」「CO<sub>2</sub>削減量とエネルギー収支データの取得、評価結果と考察」については、整理して記載すると同時に、専門家以外の方が読んでもわかるように、用語含めて工夫した方が良い。

(大門委員)

(サ) 分析結果については、他の委員と同じく、実際の分析結果は変動するので、それにこだわってもあまり意味がないと考えている。

(シ) 資料-1 の P10 の「他の対象物(選別残渣、発酵残渣、発酵残渣(夾雑物除去、脱水後)、発酵残渣乾燥物)」に関する結果は整理中です。」とあるが、これ以外のデータ含めて、データ取りについて、重み付をする事が大切と思う。オリックス資源循環(株)寄居バイオガスプラントや(株)富士クリーンバイオマスプラントのデータで使用しても構わな

いレベルのものは利用して、必ず今回データを取らなくてはならないものに集中して、データ取りを行くことが肝要と思う。一般化できるものか、あくまで特殊として扱うものかも考えなくてはならない。

(ス) 資料-1 の P12 の「二酸化炭素排出削減量;受入れ原料 1t あたり」において、「47kg-CO<sub>2</sub>」となっているが、「47kg-CO<sub>2</sub>/t」と単位をしっかりと表記すること。

(セ) 資料-1 の P13 の「実証事業でのメタン発酵施設消費電力、バイオガス発生量、発電量試算値」において、実証施設とは違って都市ガスを使用していないのであれば、それがわかるように明確に表現すること。都市ガスを利用するかしないかでは全く違ってきてしまう。また、40,56,72t/日の 3 ケースとしているが、あくまで仮定であっても構わないが、最終的には一次関数の式等が作れて、20t/日であったら自立できない、40t/日であったら自立できるというように、境界や領域がわかるように実証できれば良いと思う。また、先に話に出た、選別機(トロンメル)後のデータについても、地域、場所や生活スタイルによって変動するので、バイオマス系廃棄物がこれだけあれば、こうなりますなど、境界や領域がわかるように、こちらも一次関数の式等が作れると良い。

(2) 資料-1 P14～35 の説明を行った。(事務局)

3. 一般廃棄物におけるプラスチック類処理実態の調査
4. エネルギー自立型中継施設の基本設計に必要な基本条件、課題の整理と令和 4 年度検討計画への反映
5. 実証試験施設での、乾燥設備(蒸気による間接乾燥方式)での、各種運転データの取得及び CO<sub>2</sub>削減効果、エネルギー収支等の評価
6. 実証試験施設からの発酵残渣による間接乾燥および直接乾燥試験結果
7. バイオマスボイラー専門メーカーである大川原製作所および他メーカー(計 3 社程度)の技術調査、技術情報の収集結果
8. 実証試験設備からの発酵残渣乾燥物を供試原料として、専門メーカーである大川原製作所での燃焼試験結果
9. 適用するバイオマスボイラー型式への対応として、発酵残渣乾燥物のペレット化について、専門メーカーである小熊鉄工所および他メーカー(計 3 社程度)の技術調査、技術情報の収集結果
10. 実証試験施設から発酵残渣乾燥物を供試原料として、専門メーカーである小熊鉄工所でペレット化の試験結果(ペレット化条件)
11. 固形燃料の熱量補助剤として、廃食油の適用を検討する。廃食油性状基礎データの収集及び市場流通状況等について調査結果

(中山委員)

(ソ) 資料-1 の P-14 の「プラスチック類処理実態調査」は少し実証の傾向が違っているが、委託業務範囲にはいっているのだろうか。

(タ) 資料-1 の P-18 の「間接乾燥および直接乾燥試験結果」において、乾燥物の篩の目幅による選別を 2mm 以下にしているのは河川の浮遊物質量等から理解できるが、5.6mm 以上という根拠はどこからきているのか。

(チ) 資料-1 の P-30「ペレット化の試験結果 結果と考察」において、ペレット化には一定の水分が必要との報告があったが、製造後保管している間に、ペレットが乾燥して、崩れることはないだろうか。

→「プラスチック類処理実態の調査」は委託仕様書に記載されている業務です。乾燥物選別篩目幅を 5.6mm としているのは、原料ごみを前処理選別装置で 50mm 篩を通した後、メタン発酵処理を行っていて、その実際の発酵残渣乾燥物の状況から 5.6mm の目幅であれば夾雑物が除去できるということで、2mm 以下、2～5.6mm、5.6mm 以上と設定した。ペレット化の保管中の状態については、下水道汚泥での前例はあるが、定量的な評価は行っていないので、今後強度的な状態含めて、実証を行っていく。(事務局)

(伊藤委員)

- 資料-1 の P-14 の「プラスチック類処理実態の調査」については、本実証事業の上位業務「廃棄物処理システムにおける脱炭素・省 CO<sub>2</sub> 対策普及促進方策検討委託業務」の中で、容器包装と製品のプラスチック含めてその取扱いについて、全国の自治体にアンケート調査を行っている。その結果が、4 月過ぎには公表されると思うので、参考にされると良い。
- 今回の進捗報告の中で、実証事業全体でのエネルギー収支や物質収支が示されていないので、発酵残渣を燃料化して利用することについて、廃食油等を添加して高カロリーにする必要があるのか、ないのか、が全く分からない。また、ペレット化についても、中継施設のバイオマスボイラーで使用するならば、ペレット化は必要なく、あくまで外部に持ち出す時の話であり、もしエネルギー収支上外部に持ち出す余裕がないのであれば、検討は「実施することは可能である」レベル程度で良くなるので、早めに全体でのエネルギー収支、物質収支を作成して実証を進めるべきと思う。

(大門委員)

- 伊藤委員に補足して、もしオリックス資源循環(株)寄居バイオガスプラントのデータが使用できるならばそれを使ってでも良いので、早めに次回の検討会で、ざっくりとでもよいので、自立できるのか、更に余るのか、足りないのか、エネルギー収支、物質収支を見せてほしい。実際には、廃食油は有償でないと集められないので、廃食油の添加はない前提で進めなくてはならないと考えている。その上で、このデータはないと信頼性が得られない、必須であるという進め方で、出来る範囲でよいので実証を進めてほしい。

→バイオマスボイラーの燃焼試験等が終了したら、施設全体でのエネルギー収支、物質収支が作成できるので、そのように進めていく。(事務局)

(秦委員)

- 資料-1 の P20 の「間接乾燥および直接乾燥試験結果」において、乾燥機の軸に夾雑物が絡まってという話があったが、これは実際の装置の運転においては大変重要であり、破

砕機、トロンメルが目幅、乾燥方式等いろいろな因果関係があると思うが、しっかりと対策を取って、解決策を見出してほしい。

- ・ もしペレット化が必要となったなら、ペレットの大きさについては、現在検討中の 15mm は小さめと思うが、大きさやバインダーについてはどう考えているのか。ただし、ペレット化については、検討にかなり時間がかかるが、そもそもどこまで検討が必要かということがあるので、その前段を固めてから、実証内容も決めていく方が良いかもしれない。

→ペレット化については、大きさは各サイズに成型が可能であるが、15mm については、再委託試験メーカーの試験機器により決めている。バインダーについては考えていない。どこまでペレット化検討をするかについては、そもそもペレット化すべきかどうかもあるので、各種実証を進めながら考えて行きたい。

(大門委員)

- ・ 伊藤委員からも話があったが、オリックス資源循環(株)寄居バイオガスプラントから出てきた発酵残渣の水分がどれぐらいで、その水分を飛ばすために、どれだけの熱量が必要で、その熱量として、バイオガスと乾燥発酵残渣がどれだけ必要か、大まかにでも方向性を示してもらえると理解がしやすい。
- ・ 資料-1 の P5 の「実証事業概要」について、バイオマス燃料の外部供給となっているが、ロットと品質上の問題がありそれほど簡単ではない、また廃食油は行き先が決まっているので、手に入れるのは難しいと思う。そして表記上の話であるが、バイオマス燃料から蒸気となってしまうので、バイオマスボイラーとそこから出る灰を記載してほしい。

→資料-1 の P4,5 の「実証事業概要」については見直しをします。(事務局)

(3) 資料-1 P36～37 の説明を行った。(事務局)

- ・ 事業計画(実証事業スケジュール)来年度の実証内容を説明した。
- ・ 第 1 回検討会で、オリックス資源循環(株)寄居バイオガスプラントと(株)富士クリーンバイオマスプラントの CO<sub>2</sub>削減、エネルギー自立の現時点での評価結果を第 2 回検討会で報告する予定であったが、寄居バイオガスプラントは可能な範囲を報告したが、富士クリーンバイオマスプラントについては、一般公開資料を確認できなかった。

(秦委員)

- ・ 今回の実証で、少なくとも使用電力については、バイオガス発電で賄える、自立できることを確認できたことは大きいと思う。
- ・ これは実証であるので、実際に装置化した時に、停止しないで、安定運転出来ることが非常に重要となるので、その部分での今後の展開に期待している。
- ・ その中で、入ってしまうリチウムイオン電池の扱いなども検討してほしいが、理想は装置側で何が入っても対応できるようにすることであるが、実際に考えると、これは難しい。そこで、このような実証事業においては、こういったものは、このような理由で、入れないでほしいと、処理できないものを、分別収集を実際に行う自治体等に、明示して、広く理解を求めていることも、大変重要と思う。

(伊藤委員)

- ・ やはり、エネルギー収支と物質収支を早く作成して、全体的な感覚を知ることが重要と思う。

(中山委員)

- ・ 第1回検討会でも話があったが、ごみは時期等によって変動するので、それが変動しても1年中活用できるような知見を持った実証としてほしい。次回の検討会でもそれを念頭において報告してほしい。

(環境省 小林課長補佐)

- ・ 本実証で、中継施設のエネルギー自立を実証できれば、広域化も進むのではないかと考えている。
- ・ 自治体へのプラスチック類処理実態の調査では、現在各自治体も対応策検討中の時期なので、把握は難しいと思う。伊藤委員が紹介した全国の自治体へのアンケート結果を活用してほしい。
- ・ 乾燥物の燃焼試験を3月24日に実施予定と聞いている。年度末の報告書の提出には間に合うようにすること。

(大門委員)

- ・ 改めて、この事業には、時間と予算に限りがあるので、出来る範囲で優先順位を決めて実行してほしい。実験データや機械的なところを突き詰めて行きたい、気持ちはわかるが、本実証でそれが本当に求められているかを見極めながら進めてほしい。環境省が求めている事、オリックス資源循環㈱が求めている事、そして縦型乾式メタン発酵技術が発展する事を上手く出し入れしながら進めてほしい。

## 8. 次回日程

日程は未定ですが、来年度第1四半期には行いたいと考えています。別途調整します。

## 9. 閉会

事務局より閉会の挨拶があった。

以 上